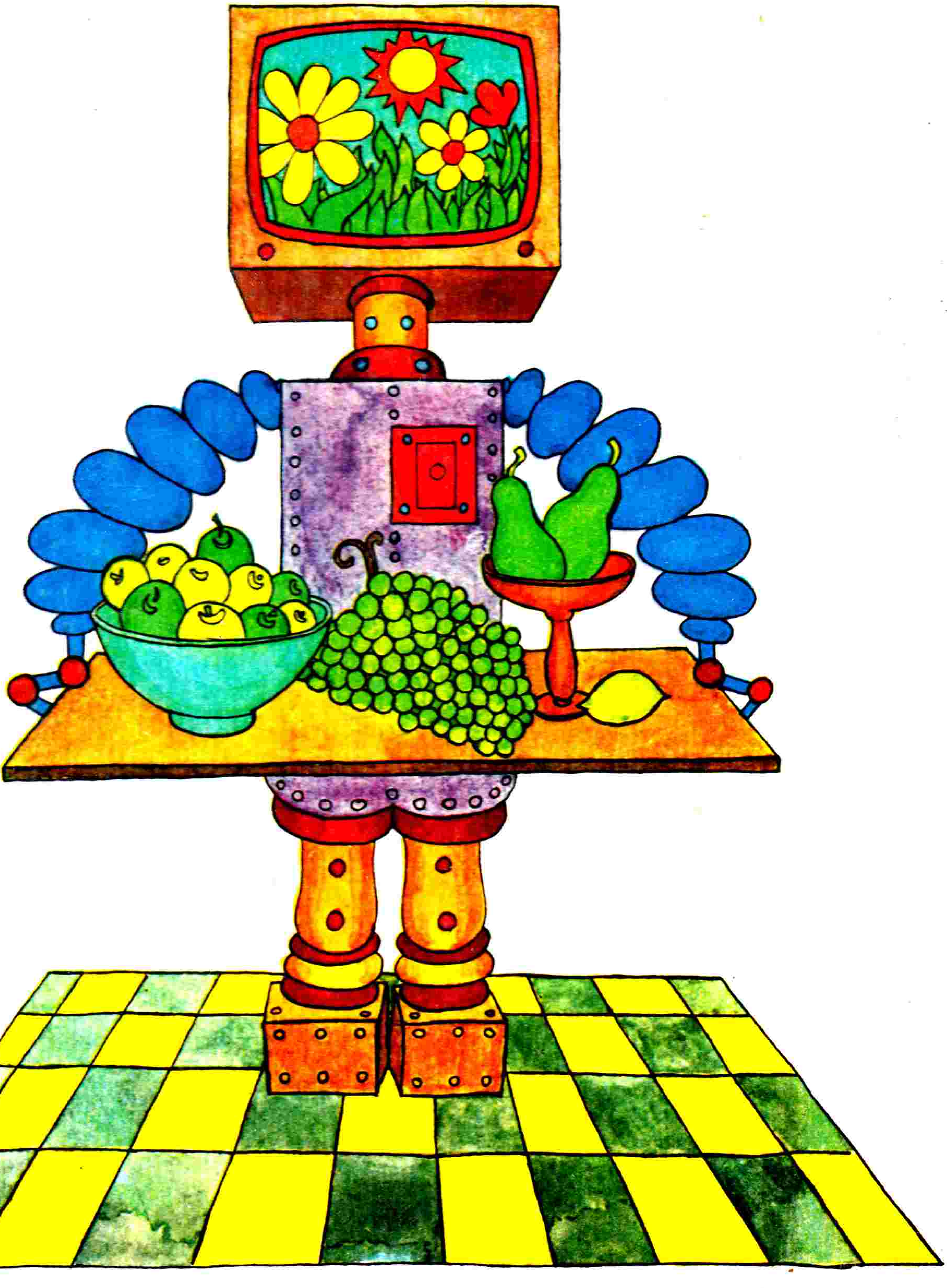
అలెక్సేయ్ క్రిలోవ్

అగ్నికణంనుంచి అణువిద్యుత్‌దాకా



"రాదుగ" ప్రచురణాలయం
మాస్కో

విమానాలు యెలా ఎగురుతాయి?
దేనివల్ల కార్లూ, రైళ్లూ నడుస్తున్నాయి?
మన యిళ్లకీ, ఫాక్టరీలకీ విద్యుచ్ఛక్తి యెందు కోసం సరఫరా అవుతోంది?
జనం యెందుకు తింటారు? నిజంగా, ఎందుకు, దేని కోసం?

అలెక్సేయ్ క్రీలోవ్

అగ్నికణంనుంచి అణువిద్యుత్‌దాకా

చిత్రాలు: అంద్రేయ్ ప్లతోనావ్

తెలుగు అనువాదం: ఆర్వియార్

А. Крылов

ОТ КОСТРА ДО РЕАКТОРА

на языке телугу

A. Krylov

FROM THE BONFIRE TO THE REACTOR

in Telugu

© Издательство «Детская литература», 1978

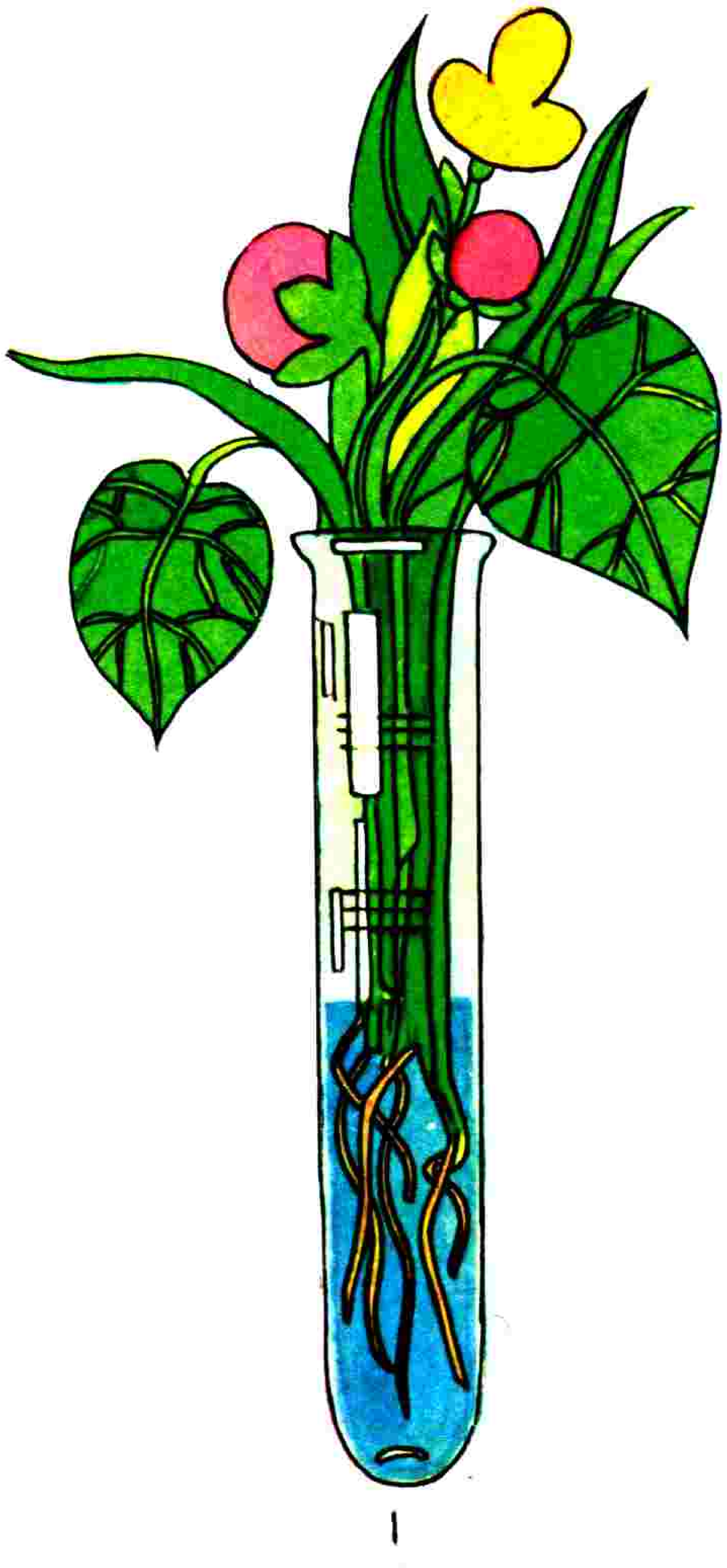
© డిజైను, తెలుగు అనువాదం ''రాదుగ'' ప్రచురణాలయం, 1986

సోవియట్ యూనియన్‌లో ముద్రింపబడింది

ISBN 5-05-000929-4

యిందులో

8
కనిపించని శక్తి
12
శక్తి అంటే యేమిటి?
18
ఉష్ణం మనకోసం యెలా పని చేస్తుంది?
30
ఒక కిలోగ్రాం యురేనియం బరువెంత?
38
నీళ్ళు మండుతాయా?
48
నీళ్లల్లో వున్న శక్తిని మనం యెలా వాడుకుంటున్నాం?
58
సూర్యకిరణాల్లోని శక్తి
64
భూమి — విద్యుత్ ఉత్పాదక కేంద్రం
72
విద్యుత్ కండరాలు



Al Fe_2O_3
H_2O SO_2
C_6H_{14}
O H_2SO_4

8

కనిపించని శక్తి

ఇళ్లని యెలా కడతారో మీరెప్పుడేనా చూశారా? తాపీవాళ్లు యిటికల్నో లేకపోతే సిమెంటు దిమ్మల్నో తీసుకుంటారు. వాటిని యెత్తి, చుట్టు తిప్పి, వరస పెట్టి, సరైన చోట పేరుస్తారు.

ఇటికల్నీ యిళ్లనీ కూడా మనిషే చేశాడు. మనిషికి యీ పనిలో అనేక యంత్రాలు సాయం చేస్తాయి: సిమెంట్ మిక్సర్‌లు, కన్వేయర్లు, క్రేన్లు, లారీలు.

పని చెయ్యడానికి మనుషులకీ యంత్రాలకీ కూడా బలం కావాలి — అవసరమైన సరుకుల్ని మోసుకెళ్లడానికి, యెత్తడానికి, చదును చెయ్యడానికి, అటూ యిటూ తిప్పడానికి. బోలెడు బలం.

మనిషికి యీ బలం యెక్కణ్నుంచి వస్తుంది? సామెత చెప్పినట్టు ''తొట్టిలో పెట్టిం'' దగ్గర్నుంచి ప్రతివాళ్లకీ యీ ప్రశ్నకి జవాబు తెలుసు. మీ అమ్మా, అమ్మమ్మా నీతో చాలా సార్లు అనే వుంటారు, ''బాగా తినకపోతే నువ్వు పెద్దవాడవవ్వు, నీకు బలం రాదు'' అని. అది నిజమే. మనిషికి బలం తిండినుంచి వస్తుంది. తిండి అతనికి ''యిటుకల్ని,'' అతని శరీరం తయారయే ''నిర్మాణ మూలపదార్థాలని'' యిస్తుంది.

మరి యంత్రాలకి బలం యెక్కణ్నుంచి వస్తుంది? వాటి ''పోషణ''కి ఆధారం యేమిటి? యీ కింది ఆధారాలని మనం చెప్పవచ్చు: వాయువు, చమురు, పెట్రోలు, బొగ్గు, పీట్, కిరసనాయిలు, విద్యుచ్ఛక్తి.

''అహాహా, ఆగండాగండి'' అనవచ్చు మీరు. ''మాంచి ఉల్లిపాయ పకోడీ లేకపోతే ఓ గ్లాసు పాలు ఓ పీపా చమురులాగానో, లేకపోతే విద్యుచ్ఛక్తిలాగానో యెలా వుంటాయి?'' అని అడగవచ్చు. పైపైన చూస్తే అవి ఒక్కలా వుండనే వుండవు. కాని ఒక్క క్షణం ఆలోచిస్తే మీకు తెలుస్తుంది, వాటికి ఉమ్మడిగా బోలెడు వుందని.

ఓ ఉల్లిపాయ పకోడి, పాలు, రొట్టె ముక్క, వెన్న, పెట్రోలు, వాయువు, విద్యుచ్ఛక్తి అన్నీ కూడా బలాన్ని కలిగించే పోషక పదార్థాలే.

యీ కనిపించని పోషకాన్నే <u>శక్తి</u> అంటారు. ప్రతి దానికీ, ప్రతి చోటా శక్తి కావాలి. ఓ రైలుని నిర్మించి, దాన్ని చలనంలో వుంచడానికి, ఓ చొక్కా కుట్టడానికి, ఓ పెట్టె తయారు చెయ్యడానికి, ఓ రాకెట్‌ని పంపడానికి, ఓ పుస్తకాన్ని చదవడానికి శక్తి కావాలి. రక్తనాళాల గుండా రక్తం ప్రసరించడానికి, కండరాలు దిట్టంగా వుండడానికి, తేటగా ఆలోచించడానికి శక్తి అవసరం.

...మన సుదూర పూర్వులకి చాలా గడ్డుగా వుండేది. వాళ్ల చుట్టూతా అవగాహన కాని ప్రతికూల ప్రపంచం వుండేది. ప్రకృతి వైపరీత్యాలు, కరువు, చలి, అడివి జంతు

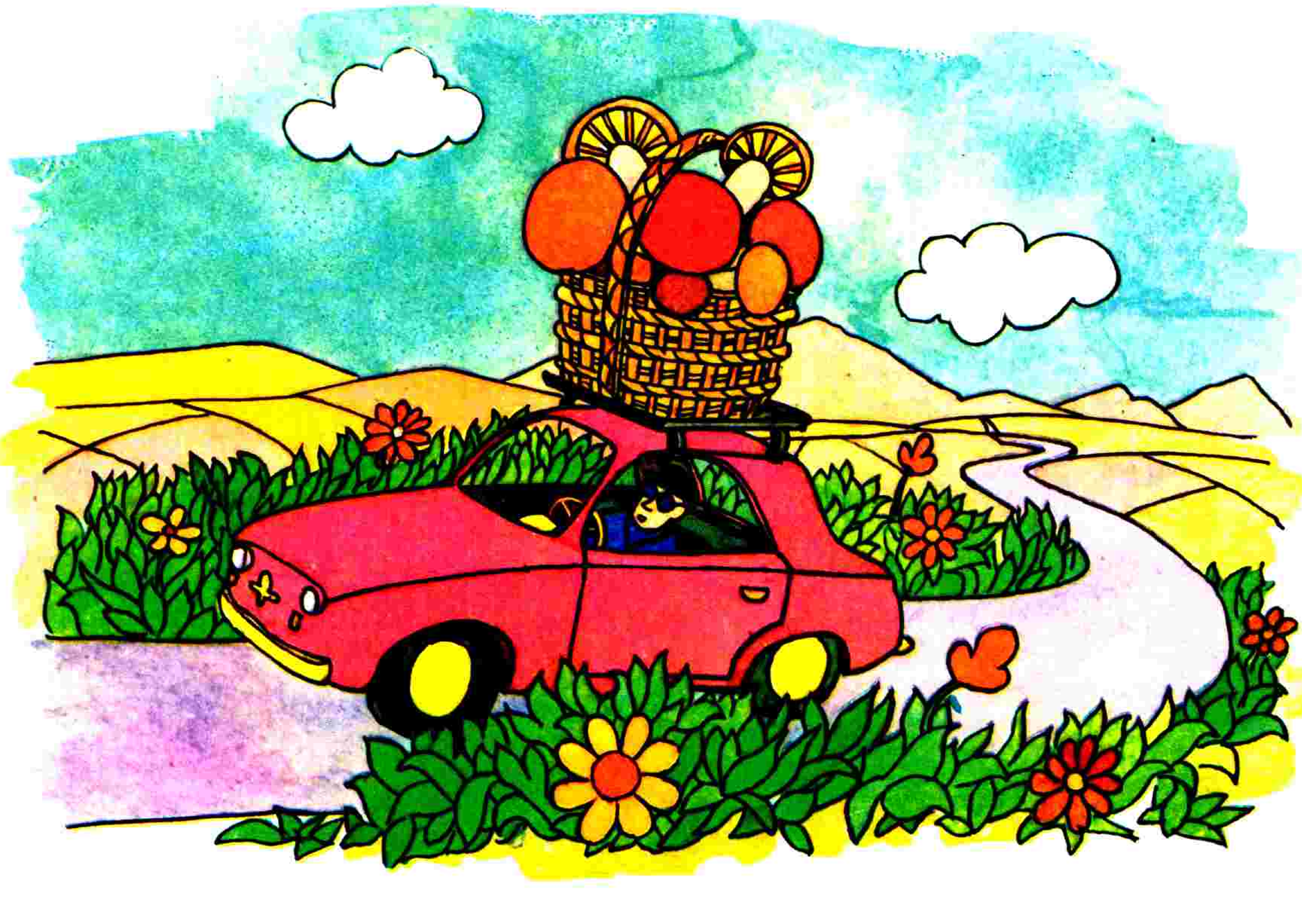
వులు వాళ్లని అడుగడుగునా భయపెట్టేవి. యీ బలమైన శత్రువులతోటి పోరాడ్డాని ప్రాచీన మానవుడికి వున్నదల్లా అతని బలం మాత్రమే.

యీ పోరాటంలో మానవుడికి సహాయం చేసినవి అతని చురుకైన చేతులూ, వడిగల కాళ్లూనే కాదు — యేమంటే అతన్ని వెంబడించే వాటికి కూడా వడిగల కాళ్లు వుండేవి మనిషికి వున్న ముఖ్య ఆయుధం నిశితమైన, పటువైన అతని మానసిక శక్తి.

...ఓ చెట్టుమీద పిడుగు పడుతుంది. అది అంటుకుంటుంది. గాలికి రవ్వలు లేస్తాయి. దగ్గర్లో వున్న యింకో చెట్టు కూడా అంటుకుంటుంది. తర్వాత యింకో తుప్ప అంటుకుంటుంది. యీ రకంగా దావానలం మొదలవుతుంది. జంతువులు బెదిరి అడివిలోనుంచి పారిపోతాయి. పక్షులు ఆకాశంలో యెత్తుగా యెగిరిపోతాయి. జంతు చర్మాలు వేసుకుని, పొట్టిగా దిట్టంగా వున్న మనుషులు మాత్రం అడివి శివారులో వుంటారు. వాళ్లూ పారిపోదామని ఆతృతగా వుంటారు. కాని త్వరలోనే మంటలు చల్లారిపోతాయనీ, ఆ చోట బంగారు రంగుతో మండే బొగ్గు కణికల గుట్టలు రాత్రి చలినుంచి తమని కాపాడుతూ తమకి వెచ్చదనాన్ని యిస్తూ మిగిలిపోతాయనీ వాళ్లకి తెలుసు. బూడిద పొరకింద వాళ్లకి మెత్తటి, ఉడికిన దుంపలు తగుల్తాయి...

అప్పుడు మంట మండిన ఆ చోటునుంచి కొన్ని బొగ్గుల్ని తీసుకుని వాటిమీద ఓ గుప్పెడు యెండు గడ్డిని వెయ్యాలని యెవళ్లకో అనిపించింది. యిదే మొదటి నెగడు. మనిషి అగ్నిని మచ్చిక చేసుకున్నాడు, మరింత బలవంతుడయ్యాడు.

ఎందుకని? ఎందుకంటే యిప్పుడతని శక్తికి ఒక నూతన ఆధారం, ఆకలితో, చీకటితో, అడివి జంతువులతో తను చేసే పోరాటంలో బలమైన నేస్తం వచ్చింది.



12

శక్తి అంటే యేమిటి

ఏ మినహాయింపులూ లేకుండా ఒక విషయం చెప్పేస్తాను: యెవళ్లూ యెన్నడూ శక్తిని చూడలేదు. దానికి రంగు లేదు, రుచి లేదు, వాసన లేదు. దాన్ని తాకలేం. అంటే, మాటకి, ఒక యిటుకని తాకినట్టుగా. శక్తిని ''చూడ్డానికి'' ఒకే ఒక్క మార్గం వుంది — అది పని చేస్తూ వున్నప్పుడు.

యివాళ యీ అదృశ్య శక్తి రహస్యాలు దాదాపు అన్నీ తెలుసు.

''వొట్టినే శక్తి'' అనేదేమీ లేదని తేలుతుంది. అయిదు రూపాల శక్తి వుంది: రసాయనిక, ఉష్ణ లేదా థర్మల్, యాంత్రిక, విద్యుత్ — కడగా, అణు శక్తి.

ప్రస్తుతానికి మనం ముందుకు గెంతేసి వాటి ''లక్షణాల'' గురించి సవివరంగా చర్చించ బోవడం లేదు. ఆ సమయం వచ్చినప్పుడు అన్నీ చూద్దాం.

సరిగ్గా యిప్పుడు మాత్రం వాటి అతి ప్రముఖ లక్షణాలని గురించి, సామర్థ్యాల గురించి మాట్లాడుకోబోతున్నాం.

వాటి మొదటి, అతి ముఖ్య లక్షణం గురించి మనకి యిప్పటికే తెలుసు. అన్ని రూపాల శక్తి ''పని చెయ్యగలదు.''

శక్తికి వున్న రెండవ లక్షణం నిజంగా అద్భుతమైందే! శక్తిని ఒక రూపంనుంచి యింకో రూపానికి మార్చవచ్చు. రసాయనిక శక్తిని ఉష్ణ శక్తిగా మార్చవచ్చును. ఉష్ణ శక్తిని యాంత్రిక శక్తిగా యింకా అలా అలా మార్చవచ్చు.

మనుషులు యీ ఆశ్చర్యజనకమైన లక్షణాన్ని చాలా కాలంగా వాడుతున్నారు. శక్తి రూపాన్ని మార్చే విభిన్న యంత్రాలనెన్నింటినో వాళ్లు నమూనా చేసి, నిర్మించారు.

యీ విధంగా కోరుకున్న ''మార్పు''ని సాధించడానికి యెక్కువ యంత్రాలే అవసరం కావడం యెక్కువగా జరుగుతూ వుంటుంది. అవసరం అయినప్పుడు యంత్రాలని ఒక ''రిలే'' గొలుసు లాగా యేర్పాటు చెయ్యవచ్చును. అప్పుడా యంత్రాలు, ఒకళ్లు ఒకళ్లకి ఒక రిలే పరుగు పందెంలో కర్రని అందించినట్టుగా ఒక దానికొకటి శక్తిని అందించుకుంటాయి. అసలు పరుగుపందెంలో కర్ర మారదు, అలాగే వుండిపోతుంది, నిజమే. పరిగెత్తేవాళ్లు మాత్రమే మారతారు. మన పందెంలో పరిగెత్తేవాళ్లూ (యంత్రాలు) కర్రా కూడా (శక్తి రూపం) మారతాయి. ప్రతి యంత్రమూ ముందటి యంత్రంనుంచి శక్తిని ఒక రూపంలో ''అందుకుని'', తర్వాత యంత్రానికి వేరే రూపంలో పంపిస్తుంది.

భూమ్మీద అలాంటి గొలుసులు చాలా వున్నాయి: విద్యుత్ కేంద్రాల్లో, ఓడలమీద, యింకా వేరే చోట్ల.

దాదాపు అన్ని రూపాల శక్తి యాంత్రిక శక్తిగా మారుతుంది. మనుషులకి యెంతగానో అవసరమైన రూపం యిదే. దీనివల్ల రైళ్లు పట్టాలమీద దూసుకుంటూ పోతాయి; విమానాలు యెగరగలుగుతాయి, చొక్కాలని కుడతారు; కార్లనీ, తవ్వుడు యంత్రాలనీ కూరుస్తారు. మన గుండె యిచ్చే యాంత్రిక శక్తివల్ల రక్తం మన సిరల గుండా ధమనుల గుండా ప్రవహిస్తుంది. మన కండరాల శక్తివల్ల మనం కదులుతున్నాం, రాయగలుగుతున్నాం, పని చేయగలుగుతున్నాం.

అంతమట్టుకు బాగానే వుంది మరి. ఓ యంత్రం పళ్లచక్రాన్ని చేశాం, లేకపోతే ఓ చొక్కాని కుట్టాం. కాని మనకి యీ పనిలో సాయం చేసిన శక్తి యెక్కడికి పోయింది? అది యెలా మారింది? అది పళ్లచక్రం అయిందా, చొక్కా అయిందా, లేదా మరోటేదేనా అయిందా? వుహుఁ, వీటిల్లో ఒక్కటీ కాలేదు.

మనం తనతో యేమైనా చేసుకోనివ్వండి శక్తి యెప్పటికీ శక్తిగానే వుండిపోతుంది. అది వూరికే ఒక రూపంనుంచి మరో రూపానికి మారుతుందంతే.

ఉక్కు పోతకి, సరుకు రవాణాకి, లేదా ఓ టెలివిజన్ కార్యక్రమం చూపించడానికి మనిషి సేవలో పని చేశాక శక్తి యెప్పుడూ వేడిగా, లేదా ఉష్ణ శక్తిగా మారుతుంది.

ఉదాహరణకి: ఓ రైలు యింజను బోలెడు పెట్టెల్ని లాగుతూ పరిగెత్తిపోతుంది. అది దూసుకుంటూ ముందుకు పోతూ వుంటే గాలి దాన్ని తాడిస్తూ వుంటుంది. రైలు ముందు భాగానికి తగులుతుంది. ప్రతి అడుక్కీ రైలుని అదుముతూ, రైలు పక్క భాగాలనీ, పై భాగాన్నీ తాడిస్తూ రాపిడిని కలిగిస్తుంది. గాలి రైలు ముందుకు పోవడానికి అవరోధం. పెట్టెల చక్రాలు పట్టాలమీద రొద చేస్తూ తడుతూ వుంటాయి. అదీ రాపిడిని కలిగిస్తూనే వుంటుంది. రైలు శక్తి అంతా దాదాపు యీ రాపిడిలో పోతుంది.

కాని రాపిడివల్ల వస్తువులకి వెచ్చదనం వస్తుంది. దీన్ని సులభంగా చూపించవచ్చు. మీ అర చేతుల్ని రుద్దుకోండి, వెంటనే మీకు వెచ్చదనం తెలుస్తుంది.

అంటే రైలు పట్టాలమీద ప్రయాణం చేసేటప్పుడు పట్టాలనీ గాలినీ అది వెచ్చబరుస్తుందని అర్థమా? అవును, వెచ్చబరుస్తుంది. తర్వాత యీ వెచ్చదనం పై వాతావరణంలోకీ, యింకా బాహ్య రోదసిలోకీ పోతుంది.

కారుకీ అంతే జరుగుతుంది. చాలా దూరం నడిపాక కారు చక్రాలని తాకండి. అవి నిజంగానే వేడిగా వుంటాయి!

అంటే యేం జరుగుతోంది? భూమి బాహ్య రోదసిని ''వెచ్చ'' బరుస్తోందా? అవును.

అయితే బాహ్య రోదసి భూమినుంచి శక్తిని తీసుకోవడమే కాక, అది మనకి తన సొంత, సౌర శక్తిని పంపిస్తోంది. యిది చెట్లలో నిలవ వుండి రసాయనిక శక్తిగా మారుతుంది. వెనకో

14

ముందో చెట్లు చచ్చిపోతాయి. వాటి అవశేషాలు వాయువుగా, చమురుగా, బొగ్గుగా, పీట్‌గా మారతాయి.

యివాళ భూమ్మీద శక్తికి ముఖ్య వనరు ఇంధనం. లేదా యింకా కచ్చితంగా చెప్పాలంటే ప్రస్తుతానికి యిదే పెద్ద వనరు.

ఇంధనాన్ని మండించడంద్వారా మనకి అవసరం అయిన శక్తి అంతా మనం సంపాదిస్తాం. ప్రతి యేటా విద్యుత్ కేంద్రాల బాయిలర్ గదుల్లో, కార్లు, ఓడల, విమానాల యింజన్లలో, లోహం కరిగించే కొలుముల్లో మండించే యింధనం నల్ల సముద్రంలోని నీళ్లన్నిటినీ కాచడానికి సరిపడా ఉష్ణాన్ని ఉత్పత్తి చేస్తోంది.

18 ఉష్ణం మనకోసం యెలా పని చేస్తుంది?

ఒకప్పుడు ఓ చిన్న కుర్రాడు భగభగమండే మంట దగ్గర కూర్చున్నాడు. దాని పైన దాబరా గిన్నె వుంది. అందులో వున్న నీళ్లు కళపెళ మంటూ బుడగలు చిమ్మి మరిగాయి. గిన్నె పైన మూత వుంది. దాని కిందనుంచి ఆవిరి యెగిసి వస్తూ వుంటే మూత యెగిరి టకటక కొట్టుకుని చప్పుడు అయింది.

''ఎందుకది యెగురుతోంది?'' అని ఆ కుర్రాడు ఆశ్చర్యపోయాడు. అతను ఒక గుడ్డని తీసుకుని మూతని గట్టిగా అదిమిపట్టి వుంచబోయాడు, కాని వుంచలేకపోయాడు. ఓ వింత శక్తి దాన్ని పైకి యెత్తేస్తోంది. ఆ కుర్రాడి పేరు జేమ్స్ వాట్.

జనం ఇక్ష్వాకుల నాటినుంచీ నీళ్లని మరగబెడుతూనే వున్నారు. పులుసు, మాంసం, దుంపలు, కాయగూరలు యెప్పుడూ గిన్నెల్లో ఉడుకుతూనే వున్నాయి. నీళ్లు త్వరగా మరిగే టందుగ్గాను ఆ గిన్నెలనీ, దాకలనీ మూతలతో మూస్తూనే వున్నారు.

దాబరా గిన్నెలో నీళ్లు మరిగినప్పుడు అది ఆవిరిగా మారుతుంది. దానిమీద గనక మంచి, గట్టి మూతని పెట్టినట్లయితే యింకా యింకా యెక్కువ ఆవిరి దాని కింద చేరుతుంది. అది అన్ని వేపులా చొచ్చుకుపోతుంది నీళ్లమీద, దాబరా గిన్నె పక్కల్లో, ఆఖరికి మూతమీద ఒత్తిడి కలిగిస్తూ. బయటపడ్డానికి మార్గం కోసం చూస్తుంది అది. ఆఖరికి ఆవిరి మూతని యెత్తి గాలిలోకి యెగిసి వస్తుంది. అప్పుడు మూత మళ్లీ ధనామని మూసుకుంటుంది, ఆవిరి లోపల వుండిపోతుంది మళ్లీ. యింకో సారి ఆవిరి యెక్కువై మూతని యెత్త బోతుంది. మీరిది వంటింట్లో చాలా సార్లు చూసి వుంటారు. సరిగ్గా దీన్నే జేమ్స్ వాట్ రెండు వందల సంవత్సరాల కితం చూశాడు.

ఓ రాతిని యెత్తాలంటే, ఓ బాల్చీ నీళ్లు యెత్తాలంటే, లేకపోతే దాబరా గిన్నె మూతని యెత్తాలంటే కూడా శక్తి అవసరం అవుతుంది. అంటే ఆవిరికి మూతని పైకెత్తే శక్తి వుందన్న మాట. శాస్త్రజ్ఞులకి అప్పటికే యీ విషయం తెలుసు. వాట్ పుట్టడానికి వందేళ్లు ముందే థామస్ న్యూకోమెన్, థామస్ సవేరి అనే యిద్దరు యింగ్లీషు మెకానిక్కులు ఆవిరి శక్తిని ఉపయోగించే ఇంజన్లని తయారు చేశారు. ఆవిరి యంత్రాలు బొగ్గు గనుల్లోనుంచి నీళ్లని తోడేసేవి, బొగ్గు వాగన్లని లాగేవి, బరువుల్ని యెత్తేవి. కాని అవి దుర్బలంగా జంఝాటంగా ''అమిత ఆకలి''తో వుండేవి. అవి ఒకోటీ ఒక రోజు పనికి ఒక కొండంత బొగ్గుని ''తినేసి'' టన్నుల కొద్దీ నీళ్లని ''తాగేవి.'' దాంతో పోలిస్తే అవి చేసే ఉపయోగకరమైన పని తక్కువే.

జేమ్స్‌కి పదహారేళ్ల వయసప్పుడు అతను ఒక వర్క్ షాపులో పని చెయ్యడం మొద

లెట్టాడు. పంపుల్ని, ఆవిరి యంత్రాల్ని, మగ్గాల్ని రిపేరు చేసే పని అది. అతను అద్భుత మైన మెకానిక్ అయాడు, ''బంగారు చేతుల'' మెకానిక్. భేష్మైన ఆవిరి యంత్రం నమూనా తయారు చేశాడు.

ఆ యింజన్ మూడు మూతల దాబరా గిన్నెలా వుండేది. రెండింటిని గట్టిగా మూసి వుంచేవాళ్ళు. మూడవది — లోపలి మూత, పిస్టన్ — స్వేచ్ఛగా కదిలేది. పైన వున్న ఖాళీ నుంచి లేదా పిస్టన్ కిందనుంచి, దాన్ని పైకీ కిందికీ గెంటుతూ, ఆవిరి దాబరా గిన్నెలోకి అంటే సిలిండర్‌లోకి వచ్చేది. పిస్టన్ కదిలినప్పుడు పంపు పని చెయ్యడం మొదలెట్టేది లేదా లేత్ తిరగడం మొదలెట్టేది.

ఒక ప్రత్యేక ఆవిరి బాయిలర్‌లో నీటిని మరగ కాచడంద్వారా ఆవిరి వచ్చేది, అది ఒక పైపు గుండా ఇంజన్‌లోకి వెళ్ళేది.

వాట్ చేసిన యింజను మిగతా అన్నిటికంటె చాలా మెరుగ్గా వుంది. ఎక్కువ బొగ్గు, నీళ్ళు అక్కర్లేదు. వేగంగా పని చేసేది. మరింత సమర్ధంగా వుంది.

వాట్ యింజన్ ''ఆవిరి యుగా''నికి నాంది. ఫాక్టరీ పొగగొట్టాలనుంచి పొగ రావడం మొదలెట్టింది, తొలి స్టీమ్ బోట్లు నదులమీదా, సముద్రాలమీదా ప్రయాణించాయి. తెర చాపలకి అనుకూలమైన గాలి వాటం కోసం అవి ఆగాల్సిన పనిలేకపోయింది. ఆవిరి యంత్రం వల్ల ఓడలు తెరచాపలు లేకుండా యెక్కడికేనా ప్రయాణం చెయ్యగలిగాయి.

యింజన్ లాగే రైలుబళ్ళు పట్టాలమీద దౌడు తీశాయి. వంద గుర్రాలు అన్నీ కలిసి లాగిందానికంటే యెక్కువ బరువుని అవి రవాణా చెయ్యగలిగాయి. ఆవిరి కారుని కనిపెట్టారు. చూస్తూ వుండగానే ప్రపంచం మారిపోయింది.

కాని యిది హఠాత్తుగా జరగలేదు. తమ చేతుల్లో యిప్పుడు యెంతటి బ్రహ్మాండ మైన శక్తి వుందో మహా తెలివైనవాళ్ళు కూడా వెంఠనే గ్రహించలేకపోయారు.

ఓ సారి సాదాగా బట్టలు వేసుకున్న పడుచతనొకాయన నెపోలియన్ దర్శనానికి వెళ్ళాడు. ఆయన ముందు ఒక అసాధారణ నౌక నమూనాని పెట్టాడు — దానికి తెరచాపలూ లేవు, నిడుపాటి కొయ్యలూ లేవు. ఆ ఓడకి మధ్యలోనుంచి పొడుగాటి, సన్నని గొట్టం మాత్రం పైకి వచ్చిందంతే. యీ పొగగొట్టంలోనుంచి నల్లని ఆవిరి మేఘాలు పైకి లేచాయి. ఓడ పక్క భాగాల్లో పెద్దపెద్ద చక్రాలున్నాయి. ఆ ఓడ మహా వికారంగా అగుపించింది. దాన్ని తయారు చేసినవాడు చెప్పేది వినను కూడా వినకుండా నెపోలియన్ అతన్ని బయటికి గెంటేశాడు. పన్నెండేళ్ల తర్వాత సెయింట్ హెలెనా ద్వీపంమీదకి ఆ చక్రవర్తిని ప్రవాసానికి పంపినప్పుడు తన నౌకకి పక్కనే ఆయనకి ఒక ఓడ కనిపించింది. అదేమిటైందీ వూహించ గలరా? మరి, శిఖరంలా లేచిన పొగగొట్టం, పెద్దపెద్ద చక్రాలూ వున్న అదే ఓడ. దాని

మీద ఇంగ్లాండు పతాకం — నెపోలియన్ బద్ధ శత్రువు పతాకం — గర్వంగా ఎగురుతోంది. ఆ ఓడని కనిపెట్టిన ఫుల్టన్ అనే అతను నెపోలియన్ దగ్గర్నుంచి నేరుగా ఇంగ్లండ్ వెళ్ళిపోయాడు. అక్కడ తక్షణం అతను కనిపెట్టిందాన్ని ఆదరించారు.

రష్యాలో ఆవిరి యంత్రాన్ని యిద్దరు ప్రముఖ మెకానిక్కులు ఎఫీమ్ చెరెపానొవ్, ఆయన కొడుకు మిరోన్ అనేవాళ్ళు నిర్మించారు. వాళ్ల యింజన్లని ముడి సరుకు క్షేత్రాల్లోనూ, చిన్న ఫాక్టరీల్లోనూ పనిలో పెట్టారు. 1834లో ఆవిరి యంత్రం వున్న రష్యన్ తొలి రైల్వే ఉరల్స్‌లో నిర్మితమైంది.

ఒక శతాబ్దం పాటు వాట్ యంత్రాన్ని తలదన్నే యంత్రం లేకపోయింది. అప్పుడొక రోజున యిలా జరిగింది.

ఇంగ్లండ్‌లో సముద్ర విన్యాసం ఒకటి జరిగింది. ఓడలు వాటి వాటి స్థానాల్లో వున్నాయి, వాటి సిబ్బంది పైతట్టుమీద నుంచున్నారు. ఆ క్షణంలో పిలవని పేరంటంగా ఒక చిన్న నౌక వచ్చి ముందు చేరింది. ఆ చిన్న నౌకని వెంబడించి హార్బరులోకి తరిమి కొట్టవలసిందిగా అడ్మిరల్ ఆజ్ఞ యిచ్చాడు. మహా వేగంగా పోయే ఓడ దాని వెంబడి పడింది. కాని వున్నట్టుండి అసలు వూహించనిది జరిగింది: ఆ చిన్న నౌక సునాయాసంగా తప్పించుకుంది.

ఆ నౌక కేప్టెన్, చార్లెస్ పార్సన్స్ అనే ఇంజనీరు తన పడవకి ఆవిరి టర్బయిన్ అనే కొత్త యింజన్ అమర్చాడు.

ఆవిరి యంత్రం పైకీ కిందికీ, పైకీ కిందికీ పంపులా వుంటే టర్బయిన్ చుట్టూతా ఆకులున్న బొంగరంలా వుంటుంది. లాటిన్‌లో ''టర్బో'' అంటే ''బొంగరం'' అని అర్థం. చివర నాజిల్ వున్న గొట్టంలోనుంచి ఆవిరి బయటికి వచ్చి ఆకుల్ని తాడించి టర్బయిన్‌ని తిరిగేటట్టు చేస్తుంది.

పార్సన్స్ తన ''బొంగరాన్ని'' దాని పక్కన పెట్టి, టర్బయిన్ యిరుసుకి స్క్రూ ప్రొపెల్లరుని బిగించాడు. టర్బయిన్ తిరిగినప్పుడు స్క్రూ ప్రొపెల్లరు కూడా తిరిగింది, నౌక గబగబా ముందుకు పోయింది.

యివాళ టర్బయిన్లు సముద్రాలమీద ప్రయాణం చెయ్యడం మాత్రమే కాదు యింకా యెక్కువ పనులే చేస్తున్నాయి. అవి చేసే ముఖ్యమైన పని విద్యుత్ కేంద్రాల దగ్గర: ఉష్ణాన్ని విద్యుత్‌గా అక్కడ మార్చడం జరుగుతుంది.

ఒక వంద యేళ్ల కితం మరో రకం ఇంజను వచ్చింది. దానికి కూడా శక్తి ఇంధనం నుంచే వచ్చేది. కాని ఆ ఇంధనం యింజన్ లోపల మండేది, ఆవిరి బాయిలర్ ఫర్నేస్‌లో

కాదు. అందుకని దాన్ని అంతర్దహన యంత్రం (ఇంటర్నల్ కంబశ్చన్ ఇంజన్) అని పిలిచారు.

యీ యింజను ఆవిరి యంత్రం లాగా, అంటే సిలిండరు పిస్టనుతోటి, వుంటుంది. కాని దీనికి ఆవిరీ, ఓ బాయిలరూ, మందమైన ఆవిరి గొట్టాలూ అవసరం లేదు. అది యిలా పని చేస్తుంది.

ద్రవ యింధనాన్ని — చమురు గాని పెట్రోల్ గాని — సిలిండర్‌లోకి పంపుతారు. అక్కడ అది అంటుకుని ఎర్రగా మండే వాయువుల్ని వదుల్తుంది. ఆ వాయువులు పిస్టన్‌మీద ఒత్తిడి చేసి, దాన్ని గెంటుతాయి. పిస్టన్ యిరుసుని తిప్పుతుంది. దీనికి ఓ చక్రమో స్క్రూ ప్రొపెల్లరో కలిపి వుంటుంది.

ఈ యింజన్ని కనిపెట్టిన వాడు రూడాల్ఫ్ డీసెల్ అనే జర్మన్ ఆయన.

యివాళ రవాణాలో ఉపయోగపెట్టే పెద్ద రకం యింజన్ యీ అంతర్దహన యంత్రమే. ఓ సారి బాగా చుట్టూ చూడండి. మోటారు ఓడలు సముద్రంమీదా, నదులమీదా ప్రయాణిస్తున్నాయి. రైలు బద్దీలమీద డీసెల్ ఇంజన్లు ప్రయాణిస్తున్నాయి. కార్లు వీధుల్లో రోడ్లమీద నడుస్తున్నాయి. హెలికాప్టర్లూ గబగబా పోయే చిన్న విమానాలూ ఆకాశ మార్గంలో దూసుకు పోతున్నాయి. ట్రాక్టర్లు, హార్వెస్టర్లు పొలాల్లో పని చేస్తున్నాయి. యీ అన్ని రకాల రవాణా రూపాలూ యీ నమ్మకమైన సాదా యింజన్ పుణ్యమా అని ప్రయాణిస్తున్నాయి, నడుస్తున్నాయి, యెగురుతున్నాయి.

యీ నాటి ఆధునిక మోటారు కారు ''అమ్మమ్మ'' ఫ్రాన్స్‌లో రెండు వందల యేళ్ల కితం నిర్మితమైంది. దానికి ఒక ఆవిరి యంత్రాన్ని, బాయిలర్‌ని అమర్చారు. ప్రయోగ చోదన పారిస్‌లో పండగ సంబరంతో జరిగింది. పోలీసులు జన సమూహాల్ని, చోద్యం చూడ వచ్చిన వాళ్లని పక్కలకి తప్పిస్తూ ఆ కారు ముందు వెళ్లారు. వెనక పొగ మేఘం, ఆవిరి కమ్ముకుంటూ వుండగా కారు ముందుకు వెళ్లింది. వెనక్కాల బళ్లమీద పీపాల కొద్దీ నీళ్లు, తట్టల కొద్దీ బొగ్గూ వెళ్లాయి. కొలిమిలోకి బొగ్గుని వేస్తూ వుంటే, బాయిలర్‌కి నీళ్లని పోస్తూ వుంటే ప్రతి పది నిముషాలకీ యీ వూరేగింపు ఆగిపోతూ వుండేది. అప్పుడు మళ్లీ సాగేది. ప్రయాణం యెక్కువ సేపు సాగలేదు. కారుని కనిపెట్టినాయన, దాన్ని నడుపుతూ స్టీరింగ్ చక్రాన్ని అదుపు చెయ్యలేకపోయాడు. ఆయన కారు ఓ గోడకి 'ఢీ' కొట్టి పేలిపోయింది. యివాళ నికొలస్ కున్యో రూపొందించిన ఆ కారు రిపేరు అయి శుభ్రం అయి పారిస్‌లోని ట్రాన్స్‌పోర్ట్ మ్యూజియంలో గౌరవప్రదమైన స్థానంలో వుంది.

మొట్టమొదటి నిజమైన కారుని 1886లో తయారు చేశారు. గాట్‌లీబ్ డైమ్లెర్ అనే జర్మన్ మెకానిక్ దాన్ని తను సొంతంగా నిర్మించాడు. అతను కారు బాడీకి సాదా పెట్టెని వాడి, తనే తయారు చేసిన పెట్రోల్ ఇంజన్‌ని అమర్చాడు.

రష్యన్ నౌకాదళ అధికారి కేప్టెన్ మొజాయ్‌స్కీ నిర్మించిన మొదటి విమానం కూడా ఎగరలేనంత బరువుగా వుండేది. దాని ఆవిరి యంత్రం చాలా భారంగా వుండేది. విమానం వూపు అందుకుని వూరికే గాలిలో కొన్ని సార్లు యెగరగలిగేది. యెవళ్లూ కూడా ఆవిరి యంత్రాన్ని యెక్కువ దూరం యెగరనీయలేరనీ, విమానానికి మరో యంత్రం — యింకా తేలికైందీ, బలమైందీ కావాలనీ మొజాయ్‌స్కీ గ్రహించాడు.

1902లో పెట్రోల్ ఇంజన్ వున్న విమానం యెగిరింది. దాన్ని రైట్ సోదరులు — ఆర్విల్, వీల్బర్, అనే యిద్దరు అమెరికన్ మెకానిక్కులు, తయారు చేశారు. వాళ్ల మొదటి యాత్ర విఫలం అయింది. మొదట యెగరాల్సిన వీల్బర్ విమానపు నాసికని మరీ కోసుగా పైకి తిప్పాడు. దానికి వేగం తగ్గిపోయి, కూలిపోయింది. అదృష్టవశాత్తూ యెవళ్లూ గాయపడలేదు. రెండు వారాల తర్వాత ఆర్విల్ విమానం రెక్కని అనుకున్నాడు. ఆవిధంగా విమానాన్ని నడిపాడు. యీ సారి అతను విమానాన్ని అదుపులో పెట్టుకోగలిగాడు. ఇంజన్ స్టార్టయింది, విమానం వూపు అందుకుంది, ఎగిరింది. నిజమే, యీ యెగరడం 17 సెకండ్లే వుంది....

చూశారా, యెంత మంచి యంత్రాన్ని ఇంజనీర్లు కనిపెట్టారో.

అంతర్దహన యంత్రానికి దాని ''అమ్మమ్మ'' ఆవిరి యంత్రంనుంచి తీవ్రమైన లోపం సంక్రమించింది. యిందులోనూ అందులోనూ కూడా పిస్టన్‌లు ఒక లాగే పని చేస్తాయి: పైకీ కిందికీ, పైకీ కిందికీ — ఇంజన్‌ని కుదుపుతూ. ఇంజన్ యెంత బలమైందైంతే కుదుపు అంతగా వుంటుంది. దాని పిస్టన్ల దెబ్బలవల్ల అది విరిగిపోవచ్చును కూడా.

కాని టర్బయిన్‌కి దాన్ని మోదే పిస్టన్లు యేమీ లేవు. విరిగిపోయే ప్రమాదమూ లేదు. అంచేత టర్బయిన్లు చాలా బలంగా గట్టిగా వుండగలవు.

ఇంజనీర్లు యీ విషయం గురించి యిలా అనుకున్నారు. అంతర్దహన యంత్రం తేలిగ్గా, సులభంగా వుంటుంది, కాని అది మరీ దృఢంగా వుండలేదు. మరో పక్క టర్బయిన్ వుంది, భేషైన యింజనే కాని దీనికి బాయిలర్ కావాలి. ఆధునిక ఆవిరి బాయిలర్ అయిదంతస్తుల యిల్లంత యెత్తు. దీనికీ చల్లబరిచే సరంజామా, గొట్టాలు వగైరా కావాలి.

''అంతర్దహన యంత్రానికుండే తేలికతనాన్నీ సౌలభ్యాన్నీ టర్బయిన్‌కుండే దారుఢ్యం

తోటీ, వేగంతోటీ కలపడం సాధ్యమేనా?'' అని ఇంజనీర్లు ఆలోచించారు. యీ ఉష్ణ వాయువులు, పిస్టన్‌ని గెంటడానికి బదులు ''బొంగరా''న్ని తిప్పగలవు. అందుకని యీ రకం యింజన్‌ని రూపొందించారు. దాన్ని సోవియట్ యూనియన్‌లో 1939లో నిర్మించారు. దాన్ని గాస్ టర్బయిన్ అని పిలిచారు.

గాస్ టర్బయిన్ ఆవిరి టర్బయిన్‌కి లాగానే వుంటుంది. దాన్ని ఆవిరితో నడపరంతే, ఉష్ణ వాయువుని వెల్లువగా పంపి నడుపుతారు.

యిది చాలా తేలిగ్గా, బలంగా, వేగంగా వుండే యింజన్. దీన్ని విమానాల కోసం రూపొందించినట్టుంది. యిప్పుడు దాదాపు అన్ని విమానాల్లోనూ గాస్ టర్బయిన్లు వాడుకలో వున్నాయి.

మీరు యెప్పుడేనా ఓ నిజమైన తుపాకీని పేల్చి వుంటే, దాన్ని పేల్చగానే దాని పిడి భాగం మీ భుజాన్ని యెలా కొట్టుకుంటుందో మీకు బహుశా గుర్తుండి వుండాలి. దీన్ని ''ప్రత్యాఘాతం'' అంటారు. అదెక్కణ్నుంచి వచ్చింది? మనం ట్రిగ్గర్ నొక్కగానే సుత్తి పిస్టన్‌ని కొడుతుంది. ఆ దెబ్బ ఒక రవ్వని కలిగిస్తుంది, అది తూటాలోని మందుగుండుని మండిస్తుంది. మందుగుండునుంచి వెలువడ్డ వాయువులు తూటా వెనక భాగాన్ని గాని లేదా గుండుని గాని గట్టిగా కొడతాయి, అన్ని వేపులకీ బయటికి గెంటేస్తూ. గుండు తుపాకీ గొట్టంలోనుంచి బయటికి యెగిరిపోతుంది, పేల్చిన వాడికి భుజంమీద అదురు తగుల్తుంది. తుపాకీనీ, పేల్చేవాణ్నీ కొట్టే శక్తిని ప్రతిక్రియాత్మక శక్తి అంటారు.

తూటాలోనుంచి గుండుని తీసేసి డొల్లని పేలిస్తే యేమవుతుందిట? ప్రత్యాఘాతం వుంటుందా? ఆఁ, వుంటుంది. ''తుపాకీ''లోకి మామూలు తుపాకీలో మాదిరీ కాకుండా, యెడతెగకుండా మందుగుండునో, ఇంధనాన్నో పెడితే యేమవుతుందట? లేదా యీ పెట్టింది దాన్ని తక్షణంగాకుండా క్రమేపీ మండిస్తేనో? అప్పుడు యీ ప్రతిక్రియాత్మక శక్తి ''తుపాకీ'' మీద, దాన్ని గెంటేస్తూ స్థిరంగా ఒత్తిడి కలిగిస్తూనే వుంటుంది. యీవిధంగా ప్రతిక్రియాత్మక యింజన్‌ని చేశారు.

ప్రతిక్రియాత్మక యింజన్లని మనగలిగే ఉక్కుతో చేస్తారు. ఆ యంత్రాల్ని విమానాల్లోనూ, రాకెట్లలోనూ వాడతారు.

విమానం యింజన్లు ద్రవ యింధనంతోటి, కిరోసిన్‌తోటి నడుస్తాయి. రాకెట్ యింజన్లు ద్రవ యింధనంతోటి గాని ఘన యింధనంతోటి గాని నడుస్తాయి. విమానం యింజన్ నిర్మాణం రాకెట్ యింజన్ నిర్మాణం కంటే చాలా భిన్నంగా వుంటుంది. యిది తార్కికమే యేమంటే అవి వేర్వేరు పరిస్థితుల్లో పని చేస్తాయి.

విమానాలు భూమి ఉపరితలానికి దగ్గరగా, దాని వాతావరణంలో యెగురుతాయి. వేరే

మాటల్లో చెప్పాలంటే అవి యింధనాన్ని మండించడానికి అవసరమైన గాలిలో యెగురుతాయి. విమానం యింజన్లకి ఒక ప్రత్యేక భాగం, లోపలికి గాలి తీసుకునే భాగం, వుంటుంది. విమానం యెగిరేటప్పుడు దాని విశాలమైన, తెరుచుకున్న ''నోరు'' గాలిని మింగుతుంది. అప్పుడు గాలి గట్టిగా ఒత్తుకుని కంబశ్చన్ గదిలోకి ప్రవేశిస్తుంది. యీ గదిలోకి కిరోసిన్‌ని పంపుతారు. అది హెచ్చు ఉష్ణోగ్రతవల్ల మండుతుంది. నాజిల్‌నుంచి వాయువు వేడి ప్రవాహం బయట పడి యింజన్‌నీ, దాంతోబాటు విమానాన్నీ ముందుకు గెంటుతుంది. మీరు బహుశా యిలాంటి యింజన్లని చూసి వుంటారు. అనేక రకాల విమానాల రెక్కల పైనా తోకల పైనా వుండే వెండి ''పొగాకు చుట్టలు'' మీకు గుర్తున్నాయా? యివే ప్రతిక్రియాత్మక యింజన్లు.

రాకెట్లు భూమికి దూరంగా గాలిలేని బాహ్య రోదసిలో యెగురుతాయి. యిది ముఖ్యం — గాలిలేని రోదసి. అయినా గానీ యింధనం మండాలి కదా.

అందుకనే రాకెట్లు తమ యింధనాన్నీ, గాలినీ — లేదా యింకా కచ్చితంగా చెప్పాలంటే ఆమ్లజనిని — తమతో తీసుకెడతాయి.

రాకెట్ యింజన్ ద్రవ యింధనంతోటి నడిస్తే, యెగిరేందుకు గాను దానికి రెండు టాంకులు కావాలి. ఒక దాంట్లో యింధనం వుంటుంది, యింకో దాంట్లో ఆమ్లజని. యీ యింధనాన్నీ, ఆమ్లజనినీ కంబశ్చన్ గదిలోకి పంపిస్తారు — యిక యిక్కడినుంచీ మిగిలింది మీకు తెలుసు.

నిజానికి రాకెట్లకి చాలా టాంకులు వుంటాయి. ఒక జత దాంట్లో యింధనం, ఆమ్లజని అయిపోతే దాన్ని ''అవతలికి విసిరేసి,'' యింధనాన్నీ ఆమ్లజనినీ యింకో జత దాంటోనుంచి తీసుకోవడం జరుగుతుంది. యిదీ అయిపోతే యింకోటి వస్తుంది.

కృత్రిమ ఉపగ్రహాలని గాని, రోదసీ నౌకలని గాని ప్రయోగించినప్పుడు వచ్చే వార్తా ప్రసారాలు గుర్తున్నాయా మీకు? ''మొదటి దశ మామూలుగానే విడివడింది... రెండవ దశ విడివడింది... మూడవ దశ...'' యీ దశలు యింధనానికీ, ఆమ్లజనికీ వుండే టాంకులు.

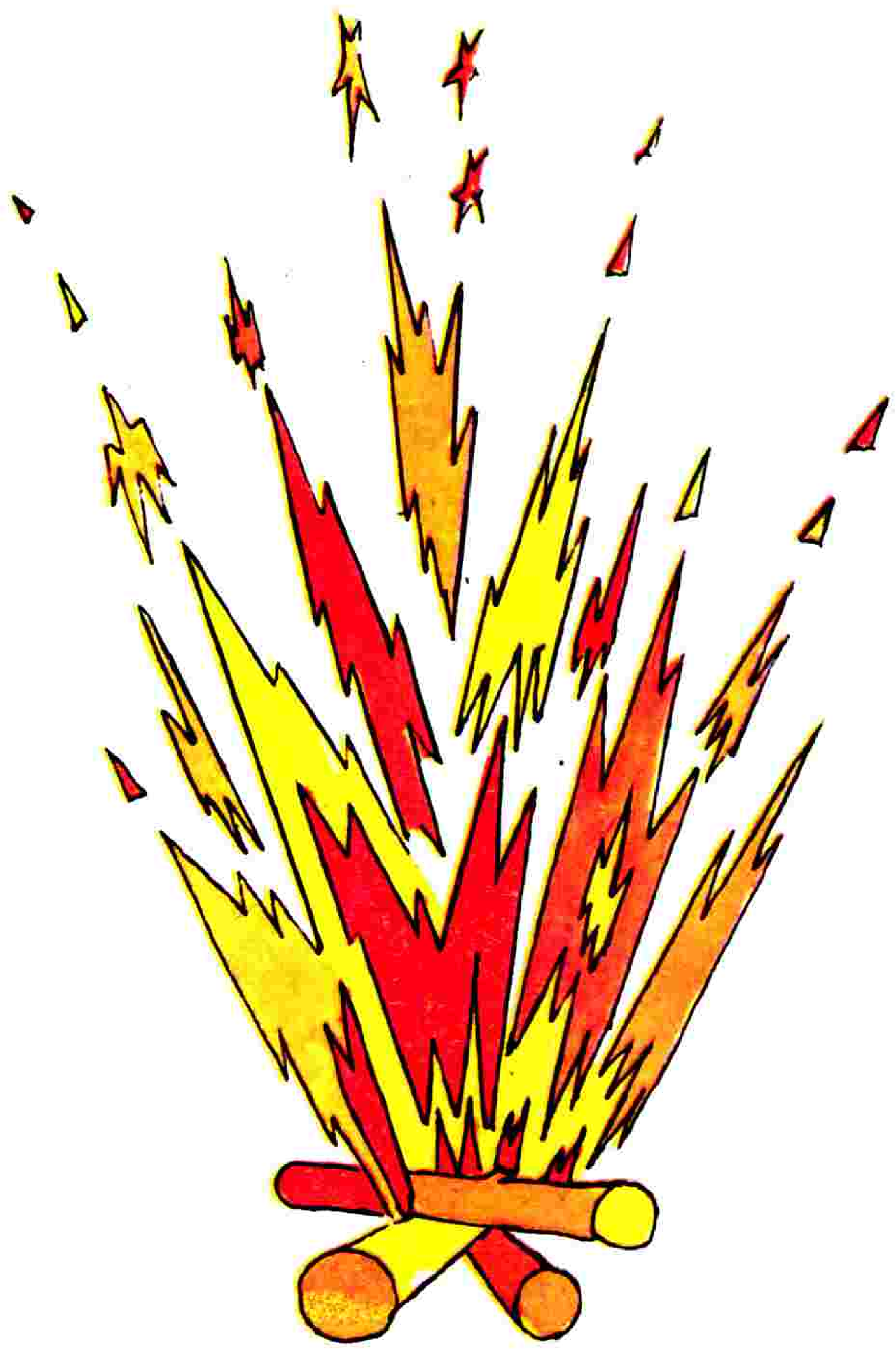
రాకెట్ యింకా భూమ్మీద వుండగానే ఘన యింధనాన్ని ఆమ్లజనితో మిశ్రితం చేస్తారు. అది టాంకులోనే మండుతుంది. ఒక టాంకు ''కాలిపోగానే'' అది విడిపోయి విసిరెయ్యబడుతుంది. తర్వాత మరో టాంకులో యింధనం మండడం మొదలవుతుంది... యివి కూడా రాకెట్ దశలే.

మనం అనుకుంటూ వున్న యీ యింజన్లన్నీ దగ్గరి చుట్టాలే. వీటన్నిటికీ కూడా నడవడానికి యింధనం కావలసిందే. యింధనాన్ని మండిస్తూ అవి ఉష్ణ శక్తిని వదులుతాయి.

అందుకనే యీ యంత్రాలని ఉష్ణ యంత్రాలంటారు.

భూమ్మీద యింకా చాలా యింధనం వుంది, కాని మన నిక్షేపాలు యేటేటికీ తరిగి పోతున్నాయి. మనకి యింకో వందా, వందా యాభై యేళ్లకి సరిపడా యింధనం వుందని నిపుణులు అంటున్నారు. అదీ, మనం జాగ్రత్తగా పొదుపుగా వాడుకుంటే. అంటే మనుషులు శక్తి పాత వనరులని మరింత మెరుగ్గా వాడుకోవాలి, శక్తి కొత్త ఆధారాల కోసం అన్వేషించాలి.

యెలాంటి ఆధారాలు? వాటిని గురించి మనం ముందు ముందు చర్చించుకుందాం.



30 ఒక కిలోగ్రాం యురేనియం బరువెంత?

అణు విద్యుత్ కేంద్రాల గురించి, అణుశక్తి చోదిత నౌకల గురించి మీరు విన్నారా? మీరు వాటి గురించి వినీ వుంటారు, చదివీ వుంటారు. అణు విద్యుత్ కేంద్రాలు విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేస్తాయి. అణుశక్తి చోదిత హిమ విచ్ఛేదకాలు ఆర్కిటిక్ మహా సముద్రంలో రవాణా నౌకల్ని తీసుకెడతాయి.

అణువులో వున్న శక్తిని యెలా వినియోగపెట్టుకోవాలో మనుషులు యిటీవలే తెలుసుకున్నారు. ప్రపంచపు మొట్టమొదటి అణు విద్యుత్ కేంద్రాన్ని సోవియట్ యూనియన్‌లో 1954లో కలూగ దగ్గర వున్న పట్టణం ఒబ్నిన్స్క్‌లో ఆరంభించారు. ప్రపంచపు మొట్ట మొదటి అణుశక్తి చోదిత నౌకలు యింకా తర్వాత వచ్చాయి.

అయినా గానీ ‘‘అణువు’’ అనే పదం మనుషులకి యేనాటి నుంచో తెలుసు.

రెండు వేల యేళ్లకి పూర్వం డెమోక్రిటస్ అనే ఆయన ప్రాచీన గ్రీసులో వుండేవాడు. మానవుడి ప్రకృతి పరిసరాల్ని గురించి ఆయన యెంతగానో ఆలోచించాడు. నీళ్లు, రాళ్లు, చెట్లు, పువ్వులు, జంతువులు యితర వస్తువులు దేంతో నిర్మితమయ్యాయా అని ఆయన ఆలోచించాడు. యివాళ శాస్త్రజ్ఞులకి సహాయ పడే లాంటి సంక్లిష్టమైన సరంజామా యేదీ ఆయనకి లేకపోయింది. కాని డెమోక్రిటస్‌కి మెరుపు లాంటి వూహ తట్టింది. ప్రకృతిలో వున్న ప్రతీదీ, ఓ యిల్లుని యిటికలతో కట్టినట్టుగా, సూక్ష్మకణాలతో తయారైందని ఆయన అనుకున్నాడు. ప్రకృతిలో వున్న యీ ‘‘యిటికలు’’ మామూలు కంటికి కనిపించవంతే, ప్రపంచంలో అతి సూక్ష్మపదార్థాలు అవేనని డెమోక్రిటస్ అనుకున్నాడు. వాటిని యింక మరింత చిన్న వాటిగా చెయ్యడం వుండదు. డెమోక్రిటస్ యీ సూక్ష్మ భాగాల్ని ‘‘అణువులు’’ అంటే అభేద్యమైనవి, అని పిలిచాడు.

చాలా శతాబ్దాల తర్వాతనే స్పష్టం అయింది డెమోక్రిటస్ పొరపడ్డాడు అని.

వంద సంవత్సరాల కితం అన్రీ బెక్కెరెల్ అనే ఫ్రెంచి శాస్త్రవేత్త యింటికి వెళ్లిపోయే ముందు తన లేబరేటరీని శుభ్రం చేస్తున్నాడు. రసాయనిక ప్రయోగాలకి ఉపయోగించిన ప్రయోగ నాళికల్ని, ఫ్లాస్కుల్ని అల్మారాలో పెట్టేడు. మందమైన నల్లని కాగితంలో చుట్టిన ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేట్లని షెల్ఫ్‌మీద పెట్టాడు. అప్పుడు ఆఖరు సారి శుభ్రంగా, నిగనిగలాడుతూ వున్న బల్లల కేసి చూశాడు. వాటి మీద తను అధ్యయనం చేస్తూ వున్న వస్తువు తాలూకు కొన్ని ముక్కల్ని గమనించాడు. ఆ వస్తువు యురేనియం. బెక్కెరెల్ హడావుడిగా వున్నాడు, ఆ చిన్న ముక్కల్ని పోగు చేసి, అల్మారాలోకి గిరవాటు వేసేటప్పటికి ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేట్లు వున్న పొట్లంమీద ఓ ముక్క పడింది. గాస్‌లైట్ ఆర్పేసి, తలుపు మూసేసి బెక్కెరెల్ వెళ్లిపోయాడు.

ఆ మర్నాడు బెక్కెరెల్ ఆ పొట్లంమీదనుంచి ఆ చిన్న యురేనియం ముక్కని దులిపేసి ఆ ప్లేటుమీద ఫోటోగ్రాఫ్ తీశాడు. దాన్ని డెవలప్ చేసేటప్పటికి అది అంతకు ముందే ఎక్స్‌పోజ్ అయి పాడై పోయినట్టు తేలింది. యురేనియం ముక్క పడిన చోట ఫిల్ముమీద నల్లని మచ్చ వుంది. ఆ శాస్త్రజ్ఞుడికి ఆశ్చర్యం వేసింది. అప్పుడు కావాల్సికి అదే ప్రయోగాన్ని చేశాడు. మళ్లీ ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేటుమీద యురేనియం ముక్క స్పష్టమైన ''బొమ్మ'' కనిపించింది.

యిద్దరు యితర శాస్త్రజ్ఞులు, పియరీ, మేరీ క్యూరీ అనే వాళ్లు, యీ రహస్యాన్ని భేదించ పూనుకున్నారు. వాళ్లు అనేక వస్తువులతో ప్రయోగం చేసి రేడియం, పొలోనియం కూడా యిదే ఫలితాన్నిస్తాయని కనిపెట్టారు. కాని యెందుకని? ఒక్క సమాధానమే వుంది. ''అభేద్యమైన'' అణువుల కుహరాల్లోనుంచి ఒక రకం సూక్ష్మకణాలు వెలువడతాయి. యీ సూక్ష్మకణాలే ఆ ప్లేట్లని ఎక్స్‌పోజ్ చేశాయి. అంటే అణువు ఒక్కటే అతి చిన్న పరిమాణం కాదన్నమాట, యింకా చిన్న చిన్నవి వుండి వుండాలి.

యివాళ మనకి అణువు యెలా నిర్మితం అయిందో తెలుసు. ఒక పెద్ద తేనె చుక్క చుట్టూతా నుసుమలు ఆవరించుకున్నాయని వూహించుకోండి. ఆ నుసుమ కీటకాలు తేనె చుక్కని వదిలిపోలేక చుట్టూతా తిరుగుతూ వుంటాయి. యే వస్తువు తాలూకు అణువుని పరీక్షించినా మనకి దాదాపు అదే బొమ్మ కనిపిస్తుంది. ఆ పెద్ద ''చుక్క'' కేంద్రంలో కేంద్రకం వుంటుంది. దాని చుట్టూతా తేలిగ్గా, కదలాడే నుసుమల్లాగా వుంటాయి ఎలక్ట్రాన్స్. అవి కేంద్రకం చుట్టూతా తిరుగుతూంటాయి, దానికి కట్టి పడవేసినట్టు. అయినా గానీ, అవి దాని చుట్టూతా, నుసుమల్లాగా చిందరవందరగా యెగరవు. ప్రతీదీ తన దారిలో వెడుతూ వుంటుంది — దాని కక్ష్యలో.

అయినా, అంతటితో అయిపోలేదు. ఆ కేంద్రకం కూడా గట్టిగా ఒత్తుకున్న సూక్ష్మకణాలతో వుంటుంది. వాటిని ప్రోటాన్లు అనీ, న్యూట్రాన్లు అనీ అంటారు. కేంద్రకం ఒక తాటితో గట్టిగా చుట్టేసిన స్ప్రింగు లాగా వుంటుంది. దాంట్లో బ్రహ్మాండమైన శక్తి వుంది. ఆ స్ప్రింగు చాచుకుని, తనలో వున్న శక్తిని బయటికి వదలాలంటే తాటిని కోసెయ్యాలి. కేంద్రకం తన శక్తిని బయటికి పంపాలంటే దాన్ని నాశనం చెయ్యాలి. ఆ సూక్ష్మకణాల్ని బంధించే అదృశ్య సూత్రాల్ని కోసెయ్యాలి. అప్పుడవి అన్ని వేపులకీ, చుట్టూతా వున్న ఖాళీలోకి తమ శక్తిని వదిలేస్తూ, యెగిరిపోతాయి.

''భారమైన'' మూలకాల — యురేనియం, ప్లూటోనియం — కేంద్రకాల్ని ధ్వంసం చెయ్యడం (లేదా ఛేదించడం, శాస్త్రజ్ఞులన్నట్టు) అతి సులువు. యీ మూలకాల్ని ''భార''మైనవి అన్నారు యేమంటే వాటి కేంద్రకాలలో మహా యెక్కువ సూక్ష్మకణాలుంటాయి. ఒక సూక్ష్మకణం కేంద్రకాన్ని కొడితే, ఒక గుండు లక్ష్యాన్ని కొట్టినట్టుగా, అది విచ్ఛేదన చెందడానికి

చాలు. ''అత్యుత్తమైన'' గుళ్లు న్యూట్రాన్లు — కేంద్రకంగా తయారయే ఆ సూక్ష్మ కణాలే.

న్యూట్రాన్ల మామూలు స్థలం కేంద్రకంలోనే. ''యింటి దగ్గర'' వుండే వాటిలో యెప్పుడూ ''సంచారం చేసే'' న్యూట్రాన్లు కూడా వుంటాయి. అవి కేంద్రకాన్ని వదిలేసి యురేనియం ముక్కలో రోడ్డుమీద తిరిగే వాళ్లల్లాగా తిరుగుతూ వుంటాయి. కొంచెం వెనకో ముందో ''సంచార'' న్యూట్రాన్‌కి మరో కేంద్రకం తగుల్తుంది. తాకిడికి ఆ కేంద్రకం విచ్ఛేదం అవుతుంది. అందులోనుంచి రెండు న్యూట్రాన్లు ఆవిర్భవిస్తాయి. యిటో అటో అవి ఖాయంగా తర్వాతి రెండు కేంద్రకాలని విచ్ఛేద పరుస్తాయి. యిప్పుడు యురేనియం ముక్కలో నాలుగు గుళ్లు వుంటాయి. యిక యిది అలా అలా సాగుతూనే వుంటుంది... ఒక దాని తర్వాత ఒకటిగా ఆ కేంద్రకాలు అన్ని దిశల్లోనూ గొడ్డలి దెబ్బకి చెదరిన పేడు ముక్కల్లా శక్తి బహిర్గతం చేస్తూ యెగిరిపోవడం జరుగుతుంది. యెక్కువ శక్తి యెక్కువ ఉష్ణాన్ని ఉత్పత్తి చేస్తుంది. ఒక కిలోగ్రామ్ యురేనియం రెండు వేల టన్నుల బొగ్గు ఉత్పత్తి చేసేటంతటి ఉష్ణాన్ని ఉత్పత్తి చేస్తుంది.

యిది అద్భుతంగా లేదూ! ఒకటి రెండు సీసపు బొట్టు పెట్టెల యురేనియం మొత్తం ఒక యేడాదికి సరిపడా యింధనాన్ని పెద్ద విద్యుత్ కేంద్రానికి యివ్వడానికి చాలు. అందు కనే అణు విద్యుత్ కేంద్రాల్ని బొగ్గు గాని, చమురు గాని, పీట్ గాని దగ్గర్లో లభ్యంకాని చోటుల్లోనే కడతారు.

యీలాంటి కేంద్రానికి అతి ముఖ్యమైంది అణు లేదా యింకా నిక్కచ్చిగా చెప్పా లంటే, పరమాణు విద్యుత్ రియాక్టర్. యిది పైనా కిందా మూసేసిన బ్రహ్మాండమైన సిలిండర్ వర్తుల స్తంభం. యిది దగ్గర దగ్గర గుండ్రటి దాబరా గిన్నె లాగానో, డేగిసా లాగానో వుంటుందనుకోండి. యీ డేగిసా లోపల యురేనియం కడ్డీలు, నీటి గొట్టాలు వుంటాయి. యీ రియాక్టర్ పైనా బయటా అనేక సూచికయంత్రాలు వుంటాయి. యురేనియం కడ్డీల లోపల కేంద్రకాలు నిరంతరంగా విచ్ఛేదం అవుతూనే వుంటాయి. అణు యింధనం మండు తూనే వుంటుంది. నీళ్లు అధిక ఉష్ణోగ్రతలో కాగుతూనే వుంటాయి.

పంపులు యీ వేణ్ణీళ్లని ఆవిరి ఉత్పాదక యంత్రంలోకి గెంటుతాయి.

యీ ఆవిరి ఉత్పాదక యంత్రపు నిర్మాణం చాలా తేలిక: ఒక గొట్టంలో యింకోటి. లోపలి గొట్టంలో రియాక్టర్‌నుంచి వచ్చిన వేణ్ణీళ్లు వుంటాయి. బయటి దాంట్లో, లోపలి గొట్టానికి ప్రతిదిశలో చల్లబరిచే విభాగంనుంచి వచ్చే నీళ్లు వుంటాయి. రియాక్టర్‌నుంచి ప్రవ హించే నీళ్ల వేడి చన్నీళ్లకి బదలాయింపు అవుతుంది. అది మరిగే స్థాయికి చేరుకోగానే, ఆవిరిగా మారుతుంది. యీ ఆవిరి టర్బయిన్ ఆకులకి అందుతుంది, అది తిరగడం మొదలెడుతుంది.

ఉష్ణాన్ని పరిత్యజించిన తర్వాత, రియాక్టర్ నీళ్లు రియాక్టర్‌కి మళ్లీ తిరిగివస్తాయి.

మళ్లీ యింకోసారి ఆవిరి ఉత్పాదక యంత్రంలోకి పోతాయి. యిది ప్రయాణం చేసే ఆవర్తాన్ని మొదటి పరిధిరేఖ అంటారు. ఒక సారి టర్బయిన్‌ని తిప్పాక ఆవిరి చల్లబరిచే విభాగంలోకి పోతుంది. అక్కడ చల్లబడి మళ్లీ నీళ్లుగా మారుతుంది. ఆ నీళ్లు మళ్లీ ఆవిరి ఉత్పాదక యంత్రంలోకి పోయి, మళ్లీ ఆవిరి అవుతాయి... నీళ్లనీ, ఆవిరినీ తీసుకెళ్లే యీ రెండో ఆవర్తాన్ని ద్వితీయ పరిధిరేఖ అంటారు.

రియాక్టర్, ఆవిరి ఉత్పాదక యంత్రం, టర్బయిన్, చల్లబరిచే విభాగాలూ కలిసి అణు విద్యుత్ ఇన్‌స్టాల్లేషన్ అవుతాయి. యీ ఇన్‌స్టాల్లేషన్‌ని యంత్రాలు నడుపుతాయి, మనుషులు నడుపుతారు — యంత్ర నిర్వాహకులు.

యిలాంటి ఇన్‌స్టాల్లేషన్లు అణు విద్యుత్ కేంద్రాల్లో, అణుశక్తి చోదిత హిమ విచ్ఛేదక నౌకల్లో వుంటాయి. విద్యుత్ కేంద్రాల్లోని టర్బయిన్లు అణుశక్తిని విద్యుత్‌గా మారుస్తాయి, హిమ విచ్ఛేదక నౌకల్లోని టర్బయిన్లు దాన్ని చలనంగా మారుస్తాయి. యిలాంటి బలమైన ఇన్‌స్టాల్లేషన్లున్న హిమ విచ్ఛేదక నౌకలు సాంద్రమైన మంచు గుండా మామూలు నౌకలని నడిపిస్తాయి. 1977 ఆగస్టులో సోవియట్ హిమ విచ్ఛేదక నౌక ''ఆర్క్‌టిక్'' ఘన హిమ క్షేత్రాల గుండా ఉత్తర ధృవానికి వెళ్లింది. అంతకు ముందు యే హిమ విచ్ఛేదక నౌక యిలా చెయ్యలేకపోయింది.

యీ సందర్భంలో రెండు ప్రశ్నలని మీరు అడిగితే మాకు ఆశ్చర్యం లేదు.

మొదటిది: ద్వితీయ పరిధిరేఖలో నీళ్లు యెందుకు మరిగి ఆవిరి అవుతాయి? మొదటి పరిధిరేఖలో యెందుకు ఆవిరి లేదు?

రెండవది: యింతకీ రెండు పరిధిరేఖలు యెందుకు? సరాసరి రియాక్టర్‌లోనే ఆవిరిని యెందుకు తయారు చెయ్యకూడదు? యింతా చేసి అక్కడ ఆవిరిని ఉత్పత్తి చెయ్యగలిగినంత ఉష్ణం వుంది కదా.

మొదటి దానికి సమాధానం చెప్పడం సులభమే. నీళ్లు మొదటి పరిధిరేఖలో మరగవు. యేమంటే అక్కడ నీళ్లు మరీ ఒత్తుకు పోయి వుంటాయి. పీడన యెంత యెక్కువైతే నీటి మరుగుదల స్థాయి అంత యెక్కువ వుంటుంది.

రెండవ దానికి జవాబు చెప్పడానికి మనం కొంచెం వెనక్కి వెళ్లాలి.

యురేనియం తూచినట్టుగా ''మండినా'' అది మనుషులకి చాలా ప్రమాదం. కేంద్రకం విచ్ఛేదం అయినప్పుడు అనేక ''తునకలు'', సూక్ష్మాణువులు విపరీతమైన వేగంతో అన్ని వేపులకీ యెగిరిపోతాయి. యీ ప్రవాహాన్ని అణుధార్మిక వికీర్ణం (రేడియేషన్) అంటారు. యీ వికీర్ణం సజీవమైన ప్రతిదానికీ ప్రమాదమే. అందుకనే రియాక్టర్ చుట్టూతా మందమైన కాంక్రీటు గోడలు కడతారు. యీ గోడల్ని ''జీవ రక్షణ'' అంటారు.

పరమాణు ఇన్‌స్టాల్లేషన్స్‌ల్లోని రెండు నీటి పరిధిరేఖలని వికీర్ణంనుంచి ప్రజలని

రక్షించే రీతిలో రూపొందించారు. మొదటి పరిధిరేఖలో ప్రవహించే నీరుకి వికీర్ణం ''సోకు తుంది,'' యురేనియంలాగా అదీ సూక్ష్మాణువుల్ని విడుదల చేస్తుంది. యీ ''సోకిన,'' ''మురికి'' నీటిని ఆవిరిగా మారిస్తే అప్పుడు గొట్టాలు, పంపులు, టర్బయిన్లు కూడా అణు వికీర్ణం తగిలినవి అవుతాయి.

అందుకని రియాక్టర్‌లో వున్న వికీర్ణం సోకిన నీరు వేరే నీటిని వేడి చేసేటట్టు నిర్ణ యించారు. ఆ గొట్టాల గోడలు ప్రమాదకరమైన సూక్ష్మాణువుల ప్రవాహాన్ని యెంతగానో అడ్డగించి ద్వితీయ పరిధిరేఖలోని నీటిని పరిశుద్ధంగా, లేదా దాదాపు పరిశుద్ధంగా వుంచు తాయి. టర్బయిన్ చుట్టూతా చల్లబరిచే విభాగం చుట్టూతా జీవ రక్షణని నిర్మించే అవసరం లేదు. మనుషులు ధైర్యంగా వాటితోబాటుగా పని చెయ్యచ్చు.

అణు వికీర్ణపు ఫలితాలని మొదట అనుభవించిన వాడు పియరీ క్యూరీ. ఆ ధైర్య శాలి ఒక రేడియం ముక్కమీద కొన్ని గంటల సేపు తన చెయ్యి వుంచాడు. కొంచెం సేపటి తర్వాత ఒక బొబ్బ, పుండు చేతిమీద వచ్చాయి. ఆయనకి బాగయేటట్టు వైద్యం చేశారు. కాని దీని తర్వాత రేడియంతోటీ, యురేనియంతోటీ పని చేసేటప్పుడు హెచ్చరికగా వుండాలని జనం గ్రహించారు.

అణు విద్యుత్ కేంద్రాల దగ్గర మొక్కల్ని పెంచడానికి గ్రీన్‌హౌస్‌లని కూడా నిర్మించ వచ్చు. ఫిన్‌లాండ్ గల్ఫ్ దగ్గర నిర్మించిన లెనిన్‌గ్రాడ్ అణు విద్యుత్ కేంద్రం మత్స్యకారులకి కూడా సాయం చేస్తుంది. టర్బయిన్లని చల్లబరిచిన వెచ్చటి నీరు గల్ఫ్‌లోకి పోతుంది. చేపలకి ఆహారంగా పనికొచ్చే నీటి మొక్కలు అక్కడ సమృద్ధిగా పెరుగుతాయి. ఆహారం దొరికే చోట చేపలు వుంటాయి.

అణు శక్తి మనుషులకి మరో ముఖ్య విధంగా కూడా సాయపడుతుంది. భూమిమీది మంచి నీరు గబగబా తరిగిపోతోంది — మామూలు నీళ్ళు, మనం తాగడానికీ, వంటకీ స్నానానికీ ఉపయో గించే నీరు. మనం యెక్కువ నీళ్ళు తాగేసి, స్నానం చేసేస్తున్నామని కాదు. పరిశ్రమలు మరింతగా నీటిని వాడేస్తున్నాయి. యినుముని కరిగించడానికి, చమురు తోడడానికి, విద్యుత్‌ని ఉత్పత్తి చెయ్యడానికి నీరు అవసరం అవుతోంది. వ్యవసాయానిక్కూడా బోలెడు నీరు అవసరం. యెంతో యెండ, సారవంతమైన నేలా వున్న ప్రాంతాలు భూమ్మీద వున్నాయి, కాని నీళ్ళుండవు. అక్కడికి కాలవల్ని తవ్వుతున్నారు, నదులనుంచి నీళ్ళని పారిస్తున్నారు, యెండిన బీళ్ళ దాహం తీర్చడానికి.

భూమికి వున్న అతి పెద్ద నీటి ఆధారం సముద్రాలు, మహాసముద్రాలు. కాని ఆ నీరు ఉప్పగా వుంటుంది. వాడకానికి ఉప్పు నీటిని మంచి నీటిగా చెయ్యవచ్చు. యిది చాలా సులభం — ఉప్పు నీటిని మరగ కాచి అందులోనుంచి వచ్చిన ఆవిరిని ద్రవంగా మార్చే విభాగా ల్లోకి పంపి చల్లబరుస్తారు. ఫలితం మంచి నీరు. అప్పుడు ''రుచి కోసం'' దాన్ని కొంచెం క్షారం చేస్తారు. స్నానానికి, పానానికి, తోటలకి, కాయగూరల మళ్ళకి పారించేందుకు అది

తయారుగా వుంటుంది. మడ్డిని ''పాత్ర''నుంచి తీసేసి అందులో మళ్లీ ఉప్పు నీటిని మరగ బెడ్తారు. ఆ మడ్డి కూడా ఉపయోగపడే వస్తువే. అందులో చాలా విలువైన పదార్థాలుంటాయి: మాంగనీసు, సోడియం, పొటాషియం, యింకా చెప్తే కొంచెం బంగారం కూడా.

ఉప్పు నీటిని మంచి నీటిగా మార్చాలంటే బోలెడు శక్తి కావాలి. యీ శక్తిని అణు విద్యుత్ కేంద్రాలు యివ్వగలవు.

సోవియట్ యూనియన్‌లోని కాస్పియన్ సముద్రపు తూర్పు తీర ప్రాంత ఊషర మైదానంమీద వుంది షెవ్‌చేంకొ అనే పట్టణం. బల్ల పరుపులా చదునుగా, మొక్కా మొదుసూ లేక యెండిపోయిన వీధులున్న పట్టణం తక్షణం కళ్ల ముందు కనిపించవచ్చు. కాని అది తప్పు. షెవ్‌చేంకొకి కావలసినంత నీరు వుంది. నీడగా రోడ్డుకటూ యిటూ చెట్లతో, ఫౌంటెన్లతో, పుష్ప శోభితమై వుంటుంది ఆ పట్టణం. యీ అద్భుతాలన్నీ మనిషి చేసినవే. షెవ్‌చేంకొ అణు విద్యుత్ కేంద్ర స్థావరం కావడంవల్ల యిదంతా సాధ్య పడింది. దీని శక్తి మొత్తం దాదాపు మంచి నీటిని ఉత్పత్తి చేసే బలమైన ఇన్‌స్టాల్లేషన్లకి పోతుంది. ఆ రకంగా, పట్టణానికి నీళ్లు, పరిశ్రమలకి ముడి పదార్థాలు: సోడియం, పొటాషియం, మాంగనీసు లవణాలు అనేక యితర ఔపయోగిక పదార్థాలు లభ్యం అవుతున్నాయి.

ప్రస్తుతంలో థర్మల్ విద్యుత్ కేంద్రాలకంటే అణు విద్యుత్ కేంద్రాలు చాలా తక్కువ విద్యుత్‌ని ఉత్పత్తి చేస్తున్నాయి. త్వరలో, ఓ యిరవై ముప్పై యేళ్లల్లో భూమ్మీద శక్తి ఉత్పాదకతలో అణు విద్యుత్ కేంద్రాలు పెద్ద భాగం అవుతాయి. యిందుకు రెండు కారణాలున్నాయి. మొదటగా, అందుబాటులో వున్న యింధనం రానురాను తరిగిపోవడం. రెండవదిగా, వున్న కాస్త దాన్ని తగల బెట్టడం తెలివితక్కువ కాబట్టి. చమురు, వాయువు, బొగ్గుల నుంచి ఉపయోగ పడే వస్తువుల్ని యెన్నిటినో తయారు చేసుకోవచ్చు. ఉదాహరణకి కృత్రిమ దారం. అంచేత ఆ రకంగా చొక్కాల్ని, కోట్లని, బొచ్చుని తయారు చేసుకోవచ్చు. ఉక్కుకంటే గట్టిగా వుండే కృత్రిమ పదార్థాలని తయారు చేసుకోవచ్చు. గాజు, నూలు, యంత్ర విభాగాలు యింకా చాలా చాలా వస్తువుల్ని తయారు చేసుకోవచ్చు.

మొత్తం మీద 2000వ సంవత్సరం నాటికి మన విద్యుత్‌లో సగం పైగా అణు విద్యుత్ కేంద్రాల్లో ఉత్పత్తి అవుతుంది. మరి అది థర్మల్ విద్యుత్ కేంద్రాల్లో ఉత్పత్తి అయే దాని కంటే పదింతలు చవక.

సోవియట్ యూనియన్‌లో అణు శక్తి ఉత్పాదన వేగంగా పెరుగుతోంది. ప్రతి పంచ వర్ష ప్రణాళిక కాలంలోనూ పదేసి అణు విద్యుత్ కేంద్రాల దాకా నిర్మాణం అవుతున్నాయి.

38 నీళ్లు మండుతాయా?

''అక్కా చెల్లెళ్లు'' నక్కల గురించిన రష్యన్ అద్భుత కథ ఒకటి వుంది. అవి ''అగ్గి పుల్లలు తీసుకుని విసీల సముద్రం దగ్గరికి వెళ్లి సముద్రాన్ని అంటించేశాయట.'' సముద్రం భీకరంగా అంటుకు పోయిందట. నిప్పు ఆర్పేవాళ్లు ''అప్పచ్చులనీ, దాబరా గిన్నెలనీ, యెండిన పుట్టగొడుగుల్నీ'' తీసుకెళ్లి దాన్ని ఆర్పబోయార్ట. ''చెత్త'' అనచ్చు మీరు. ''నీళ్లు అంటుకోవు. సముద్రం నీళ్లు గానీండి, నది నీళ్లు గానీండి, సరస్సు నీళ్లు గానీండి. తద్భిన్నంగా, నీళ్లే మంటని ఆర్పేస్తాయి'' అంటారు. మీరు రైటే, పూర్తిగా కాకపోయినా.

నీరు తనకిగా మండదు — అది నిజమే. కాని చిత్రం యేమిటంటే దీని మూల పదార్థాల్లో ఒకటి దివ్యంగా మండుతుంది, రెండోది మంటని నిలబెడుతుంది. యీ మూల పదార్థాలు ఉదజని, ఆమ్లజని. కాని కథ యింకా వుంది. ఒకో అప్పుడు ''సాదా'' ఉదజనిలోకి మామూలు వాటికంటే రెండింతలు బరువైన కణాలు దూరతాయి. యీ బాపతు ఉదజనిని భార ఉదజని లేదా డ్యూటీరియం అంటారు. యిదుగో యీ మూల పదార్థమే అపరిమితమైన శక్తిని గురించి మానవుణ్ణి కలగనేటట్టు చేసింది.

భార ఉదజని రెండు పరమాణువుల్ని దగ్గరగా కలిపితే ఫలితం నూతన మూల పదార్థపు — హీలియం కేంద్రకం వస్తుందనీ, మహా శక్తిని ఉత్పత్తి చెయ్యవచ్చనీ యేనాటి నుంచో తెలుసు. ఒక కిలోగ్రాం డ్యూటీరియం పధ్నాలుగు మిలియన్ల కిలోగ్రాముల బొగ్గుని కాలిస్తే యెంత శక్తి వస్తుందో అంత శక్తిని యిస్తుంది.

మహాసముద్రంలో యెంత డ్యూటీరియం వుందో తెలుసా? మానవాళికి 50 బిలియన్ల సంవత్సరాలకి సరిపడా వుంది.

యేమైనా, రెండు కేంద్రకాలని సంధించడం చాలా కష్టం. యిలా చెయ్యాలంటే డ్యూటీరియంని సూర్యుడిమీద వుండే లాంటి 200 మిలియన్ల డిగ్రీల సెంటిగ్రేడ్ ఉష్ణోగ్రతలో వెచ్చచెయ్యాలి! యీ ఉష్ణోగ్రతలో మాత్రమే డ్యూటీరియం రెండు కేంద్రకాలు కలిసి, గుప్తంగా వున్న శక్తిని బహిర్గతం చేస్తాయి.

యిలాంటి అనూహ్యమైన ఉష్ణం ప్రకృతిలో ప్రతిదాన్నీ ఆవిరి చేసి వాయువుగా మార్చేస్తుంది — ప్లాస్మా అయిపోతుంది. అంటే డ్యూటీరియంని వేడి చేసే ఇన్‌స్టాలేషన్లు కూడా వాయువుగా మారిపోతాయని అర్థమా? అంటే యీ క్రమాన్ని ఉపయోగించలేం అన్నమాట. అదృష్టవశాత్తూ, అలాంటి పరిస్థితి లేదు.

కణాలతోటీ, పదార్థాల సూక్ష్మ భాగాలతోటీ, అంటే, ఎలక్ట్రానులు, న్యూట్రా

నులు, పరమాణు కేంద్రక తునకలు, మొత్తం పరమాణు కేంద్రకాలతోటి, ప్లాస్మా తయారవుతుంది. యీ వస్తువులన్నిటికీ విద్యుత్ ఆవేశం వుంటుంది. శాస్త్రజ్ఞులు దీన్ని వాడుకోవచ్చు, అందుకని వాళ్లు ప్లాస్మాని అయస్కాంత క్షేత్రంలో ''పొట్లం'' కట్టెయ్యాలని నిర్ణయించారు.

అయస్కాంత క్షేత్రం అంటే యేమిటీ అనేదాన్ని వివరించడం కష్టం. కాని ప్రయత్నిద్దాం.

బహుశా మీరు ఒక్క సారేనా అయస్కాంతాన్ని చేతిలో పట్టుకుని వుంటారు. ఆ లోహపు ముక్క ప్రతి చిన్న యినప ముక్కని తన వేపు ఆకర్షిస్తుంది: మేకులు, సూదులు, పిన్నులు... అయస్కాంతమే యినుముకి గట్టిగా ''అతుక్కుంటుంది.''

మీరు చదివిన యెన్నో పుస్తకాల్లో లేకపోతే త్వరలో చదవబోయే వాటిల్లోనూ అయస్కాంతాలతోటీ, లోహపు ముక్కలతోటీ జరిగిన ప్రయోగాల వర్ణనలు వుంటాయి. ఒక అట్ట ముక్కమీద యినప రజను పోగుని వెదజల్లండి. అట్ట ముక్కకింద అయస్కాంతంతోటి తట్టండి. మాయామంత్రం చేసినట్టుగా యీ పోగు చెదిరిపోయి చక్కటి ముగ్గులుగా అమరుతుంది. మాయామంత్రం యేం లేదనుకోండి. అయస్కాంత క్షేత్రం తన శక్తి రేఖల వెంట బారులుగా ఏర్పడి పంపిణీ చేస్తూ ఆ రజనుమీద చర్య చూపించింది.

శక్తి రేఖలు అయస్కాంతం చుట్టూతా సర్వదా వుంటాయి, యినప రజను వున్నా లేకపోయినా కూడా. యీ రజను ముక్కలు యీ అదృశ్య రేఖల్ని వూరికే ''చూపిస్తాయంతే,'' ఫొటోగ్రాఫిక్ కాగితంమీద డెవలపర్ బొమ్మని తెచ్చినట్టు. యీ రేఖల అల్లిక విద్యుత్ నిండిన సూక్ష్మ కణాల్ని ఒక నిర్దేశిత మార్గంమీద కదుపుతుంది. ఆ సూక్ష్మాణువులు తమ యిష్టం వచ్చినట్టు యెగిరిపోలేవు. అయస్కాంత క్షేత్రం ప్లాస్మాని చక్కని సూత్రంలాగా చేస్తుంది. యీ సూత్రానికీ, ఇన్‌స్టాల్లేషన్ గోడలకీ మధ్య ఒక శూన్యం యేర్పడుతుంది, అందుకని ఆ గోడలు భద్రంగా, సురక్షితంగా వుంటాయి.

అయస్కాంతం మరో ఉపయోగకరమైన పని చేస్తుంది. కేంద్రకాలు సంధించుకోవడానికి యెన్నో యెక్కువ కేంద్రకాలు కావాలి. యీ రకంగా అవి ఒక దాన్నొకటి పట్టుకోవడం సులభతరం. అయస్కాంత క్షేత్రం అన్ని కేంద్రకాలనీ ఒక గుట్టగా పోగు చేస్తుంది, అందులో కొంచెం ముందు వెనకల్లో అవి ఢీకొని, కలిసి, శక్తిని బహిర్గతం చేస్తాయి. అయినా గానీ....

యిది ప్రస్తుతానికి ఆశ మాత్రమే. డ్యూటీరియంని యింత వరకు అవసరమైన ఉష్ణోగ్రతలో వేడి చేసి, దాని శక్తిని బహిర్గతం చెయ్యడంలో శాస్త్రజ్ఞులు విజయం సాధించలేదు. సోవియట్ శాస్త్రజ్ఞులు ''తొకమాక్'' అనే పేరుతోటి అనేక ఇన్‌స్టాల్లేషన్ల క్రమం

రూపొందించి, నిర్మించారు. అతితాజా ''టొకమాక్'' నమూనా 20 మిలియన్ల డిగ్రీల సెంటీగ్రేడ్ దాకా ఉష్ణాన్నివ్వలేదు. అవసరమైన ఉష్ణోగ్రతకంటే ఒక పదింతలు మాత్రమే తక్కువ! ''టొకమాక్'' ఇన్‌స్టాలేషన్స్ తాము ఉత్పత్తి చేసే శక్తికంటే యెక్కువ శక్తిని ఖర్చు పెట్టాయి. వాటిని యింకా అభివృద్ధి చేసి, పరిశోధన చెయ్యాలి.

ప్లాస్మాని అదుపు చెయ్యడం చాలా కష్టం. అయస్కాంత క్షేత్రంలో యే పిసరు సందు దొరుకుతుందా అని అది వెతుకుతూ వుంటుంది. దొరికిన మరుక్షణం క్షేత్రాన్ని ఛేదించుకుని బయట పడుతుంది. దేని కోసం అయితే అయస్కాంతపుటల్లికని తయారు చేశామో ఆ డ్యూటీరియం కేంద్రకాలు అన్ని వేపులకీ యెగిరిపోతున్నాయి, ప్రతిదాన్నీ మళ్లీ ఓం ప్రథమంనుంచీ మొదలెట్టాలి.

కేంద్రకాలలో వుండే శక్తిని బయట పడవేసే యితర మార్గాల కోసం శాస్త్రజ్ఞులు వెతుకుతున్నారు. ఉదాహరణకి డ్యూటీరియం అణువులు వున్న భార జలపు చిన్న చుక్కని గడ్డ కట్టిం చెయ్యడం. ఫలితం గుండుసూది తలంత చిన్న మంచు ముక్క. యీ మంచు ముక్క వేపు ఒక లేజర్ కిరణాన్ని పంపించడం. లేజర్ ఒక స్ఫటిక లేదా సన్నని గొట్టం. వాయువు వుంటుంది అందులో. అది మహా బలంగా కాంతి కిరణాన్ని ''విసురుగా పంపుతుంది.'' యీ కిరణపు తాకిడి శక్తి ఆ మంచు ముక్కని చాలా యెక్కువ ఉష్ణోగ్రతకి వేడి చేస్తుంది. అందులో వుండే డ్యూటీరియం కేంద్రకాలు విలీనమై తమ శక్తిని బహిర్గతం చేస్తాయి. ఓ చిన్న పేలుడు సంభవిస్తుంది. అప్పుడు లేజర్ కిరణాన్ని వేరే గురి కేసి తిప్పుతారు, తర్వాత యింకో దానికి... పేలుళ్లు ఒక దాని తర్వాత యింకోటి సంభవిస్తాయి. ప్రతి పేలుడూ తనకిగా తక్కువ పరిమాణంలో శక్తిని వెలువరిస్తుంది, కాని అన్నీ కలిపితే.... తగినంత శక్తిని పొందడం కోసం అణు ఇంధనం వున్న మంచు ముక్కల్ని కనీసం యిరవైయింటిని సెకను ఒక్కింటికి పేల్చాలని శాస్త్రజ్ఞులు లెక్కగట్టారు.

మంచు ముక్కలు వెలువరించిన ఉష్ణం ద్రవ లిథియంని, అంటే ఒక లోహాన్ని, వేడి చెయ్యడానికి ఉపయోగపెడతారు. లిథియం వేడిని నీటికి సరఫరా చేస్తుంది. భార జలం కాదు, మామూలు జలం. నీరు ఆవిరి అవుతుంది. ఆ ఆవిరిని టర్బయిన్‌కి పంపుతారు.

యీ కేంద్రకాలు విలీనతని థెర్మో న్యూక్లియర్ చర్య (లాటిన్‌లో 'థెర్మో' అంటే ఉష్ణం, వేడి అని అర్థం) అంటారు, అది సంభవించే బ్రహ్మాండమైన ఉష్ణోగ్రత వల్ల అలా అంటారు. (2,00,000,000 డిగ్రీల సెంటిగ్రేడ్ అంటే మాటలు కాదు!)

యీ థెర్మో న్యూక్లియర్ చర్యలు ప్రకృతిలో చాలా సామాన్యం – భూమ్మీద కాక పోయినా. మనుషులు తాము మనుషులం అని యెరగనప్పుడు కూడా థెర్మో న్యూక్లియర్ శక్తిని వినియోగించుకున్నారు. మన తలలమీద కోట్ల కోట్ల సంవత్సరాలుగా ఓ థెర్మో

న్యూక్లియర్ రియాక్టర్ వేలాడుతోంది — సూర్యగోళం.

సూర్యుడిలో కోట్ల కోట్ల సంవత్సరాలుగా నిరంతర థెర్మో న్యూక్లియర్ చర్య జరుగుతూనే వుంది. యింత కాలమూ కూడా బలమైన శక్తి ప్రవాహం భూగోళంమీదకి వస్తూనే వుంది.

ప్రకృతి సిద్ధమైన రియాక్టర్లు — నక్షత్రాలు — మొత్తం వినువీధి అంతా చెదిరి వున్నాయి. నిజమే, అవి యెంతో దూరంలో వున్నాయి, వాటి శక్తి మనకి అందనే అందదు. అనంతమైన బాహ్య రోదసిలో పడిపోతోంది.

థెర్మో న్యూక్లియర్ చర్య మహాశక్తిని అందిస్తున్నందు వల్ల మాత్రమే మంచిది కాదు. దాని రెండో ముఖ్య లక్షణం అది పరిశుభ్రంగా వుంటుంది.

థెర్మో న్యూక్లియర్ శక్తిని విద్యుత్‌గా చేసుకునే అవకాశాలు హెచ్చు. యీ కేంద్రాలకి ఓ పేరుని కూడా అనుకోని మాట నిజమే; కాని అవి రావడం మాత్రం ఖాయం. మనం వాటి కోసం యెక్కువ కాలం ఆగక్కర్లేదు.

ఉదజనికి సంబంధించిన మరో ఆసక్తికరమైన, ముఖ్యమైన పథకం వుంది. పెట్రోల్‌కి బదులుగా దీన్ని ముందు పెడుతున్నారు. దీనికి కనీసం రెండు కారణాలున్నాయి.

మొదటి కారణం మీకిప్పటికే తెలుసు. ఇంజన్లలో పెట్రోల్‌ని కాల్చెయ్యడం చాలా ఖరీదు. చముర్ని (లేదా పెట్రోల్‌ని) కాల్చెయ్యడం పొయ్యిలో డబ్బుని యింధనంగా పడెయ్యడమేనని రష్యన్ మహా రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడు దీమ్త్రీ మెందెలేయెవ్ అన్నాడు. యిది నూటికి నూరుపాళ్ళూ నిజం, యివాళ మరీనీ. చమురునుంచి వేలాది ఉపయోగకరమైన వస్తువులు లభ్యమవుతాయని యిది వరకే అనుకున్నాం. బట్టలు, మందులూ వగైరా. దానికి బదులుగా మనం చముర్ని పెట్రోల్‌గా, కిరోసిన్‌గా, యింధన తైలంగా మారుస్తున్నాం. మనం చొక్కాలని, సూట్లని, యంత్ర భాగాల్ని, మందుల్ని, ఆహారాన్ని తగల బెట్టేస్తున్నాం. వాటికి ఉత్పత్తి అయే అవకాశమే లేకుండా పోయింది.

రెండవ కారణం యేమంటే చమురు ఉత్పత్తుల్ని మండించాక మిగిలే శేషం వాతావరణాన్ని కలుషితం చేస్తుంది. యిది నిర్ద్వంద్వంగా రుజువైన విషయం. మనం చమురుని మండించినంత కాలం మన వాతావరణం కలుషితం అవుతూనే వుంటుంది. ఒక యేడాది కాలంలో ఒక కారు ఓ టన్ను హానికరమైన పదార్థాలని గాలిలోకి వదిలి పెడుతుంది. అవి ప్రకృతికి చాలా అనర్థ దాయకం. అవి సూర్య కిరణాల్ని అడ్డగిస్తాయి. మహా నగరాల్లోని గాలిని విషపూరితం చేస్తాయి.

యివాళ ప్రపంచంలోని రోడ్లమీద 250 మిలియన్ల కార్లు ప్రయాణం చేస్తున్నాయి.

లక్షలాది విమానాలు గాలిలో యెగురుతున్నాయి. లక్షల ఓడలు మహాసముద్రాలమీద ప్రయాణిస్తున్నాయి. ప్రతి కారు, ప్రతి విమానమూ, ప్రతి ఓడ వాతావరణాన్ని కలుషితం చేస్తూనే వుంది.

కాని ప్రస్తుతంలో మనిషికి వేరే ప్రత్యామ్నాయం లేదు. ప్రస్తుతంలో చమురుకంటే, పెట్రోలుకంటే మంచి యింధనం లేదు.

అలా అని యిక యెన్నటికీ యింతకంటే మంచి యింధనం వుండదని కాదు. ఉదజని యింధనం అవచ్చు. ఉదజనినీ, ఆమ్లజనినీ కలిపితే నీరు వస్తుందనీ, వేడి వెలువడుతుందనీ లొమొనోసొవ్*కి యెన్నడనగానో తెలుసు.

శాస్త్రజ్ఞులకీ, ఇంజనీర్లకీ యిందులో ఆసక్తి వుంది. ఉదజని అద్భుతమైన యింధనం అవుతుందనే చాలా మంది నమ్మకం. మొదటగా భూమ్మీద వున్న సముద్రాల్లో, మహా సముద్రాల్లో విస్తారమైన ఉదజని నిల్వలు వున్నాయి. రెండవదిగా, ఉదజని మండినప్పుడు అది కాలుష్యం కలిగించదు. దీన్ని ఆమ్లజనితో కలిపితే నీరుగా మారుతుంది. అంచేత ఉదజని అతి ''స్వచ్ఛమైన'' యింధనం. ''ఉదజని'' ఇంజన్ ఎగ్జాస్ట్ పైపులోనుంచి నిరపాయకరమైన ఆవిరి వస్తుంది.

ఉదజని యింధనాన్ని యే రూపం రవాణాలోనేనా, పరిశ్రమలోనేనా వాడచ్చు. యిళ్లని వెచ్చ జేసుకోవడానికి, విద్యుత్ ఉత్పాదనకి వాడచ్చు.

యివాళ ఉదజనిని రసాయనిక చర్యద్వారా చమురునుంచి తీస్తున్నారు. యీ ప్రక్రియ చాలా ఖర్చుతో కూడుకుంది. అతి తక్కువ ఉదజనిని ఉత్పత్తి చేస్తుంది. కాని యింకో పద్ధతి వుంది — విద్యుత్ పద్ధతి. దాన్ని ''ఎలక్ట్రోలైసిస్'' (విద్యుద్విశ్లేషణ) అంటారు.

ఒక బలమైన విద్యుత్తరంగాన్ని నీటి గుండా పంపుతారు. అది నీటిని ఉదజని, తదితర భాగాలుగా విడగొడుతుంది. ఉదజని తేలికైన వాయువు. అది ఉపరితలం పైకి వస్తుంది, నీటిలోనుంచి బయటకి ''గెంతుతుంది.'' అప్పుడు దాన్ని ''పట్టుకుని'' టాంక్‌ల్లో నిలవ చేస్తారు.

యీ క్రమానికి యెంతో విద్యుచ్ఛక్తి కావాల్సి వుంటుంది. అంచేత మన చేతిలో తగినంత విద్యుచ్ఛక్తి వుంటే సుమారైన పరిమాణంలో ఉదజనిని లభ్యం చేసుకోవచ్చు. మరి న్యూక్లియర్, థెర్మో న్యూక్లియర్ పవర్ స్టేషన్లు పూరాగా పనిలోకి వచ్చినప్పుడే అది జరుగుంది.

---

* లొమొనోసొవ్, మిహాయిల్ (1711–1765) — ప్రకృతి శాస్త్రాలకి సంబంధించిన తొలి రష్యన్ శాస్త్రజ్ఞుడు; ప్రముఖ కవి, కళాకారుడు, చరిత్రకారుడు. — సం.

అప్పుడు యీ గొలుసు తయారవుతుందన్న మాట: న్యూక్లియర్ చర్య — విద్యుత్తు — ఎల్క్ట్రోలైసిస్ — ఉదజని, యింజన్లకి యింధనం.

యీ గొలుసు పనిలో యెలా కనిపిస్తుందో కూడా ఇంజనీర్లు ప్రణాళిక తయారు చేశారు. సముద్రాలమీదా, మహాసముద్రాలమీద తేలియాడే అణు విద్యుత్ కేంద్రాలని నిర్మిస్తారు. అవి అందించే విద్యుత్ ఉదజని ఉత్పత్తికి పోతుంది. ఆ ఉదజనిని గొట్టాలద్వారా నేలమీదకి పంపుతారు. అప్పుడే తేలిక వాయువుని ఫాక్టరీల్లో ద్రవంగా మార్చి గొట్టాల ద్వారా గాని, టాంక్‌లద్వారా గాని అవసరమైన వాళ్లకి పంపిణీ చేస్తారు.

కాని విషయాలు యింత సులభంగా వుండవు కదా. ద్రవ ఉదజని త్వరగా, గదిలో వుండే ఉష్ణోగ్రతకి కూడా, ఆవిరై పోతుంది. అంచేత దీన్ని నిలవ వుంచిన టాంక్‌ని గట్టిగా మూత బిగించాలి. కాని అప్పుడు యెంతో ఉదజని ఆవిరి మూత కింద పోగయి టాంక్ బద్దల వుతుంది. అంచేత ఉదజనిని తెరిచిన టాంకుల్లో నిలవ చెయ్యాలి. రహస్యం యెక్కడుందంటే పేలుడు సంభవించకుండా తప్పించేటంత మేరకే వాటిని తెరిచి వుంచాలి, కాని యెంత వీలైతే అంత ఉదజనినీ వుంచుకునేట్టు చెయ్యాలి. ఉదజని నష్టాన్ని అతి తక్కువ స్థాయికి తగ్గించే టందుకు గాను ఉదజనిని మైనస్ 200 లేదా మైనస్ 250 డిగ్రీల సెంటీగ్రేడ్‌కి చల్ల బరచాలి. కాని యిలాంటి "థర్మోస్"ని నిర్మించడం చాలా కష్టం. ముఖ్యంగా, కార్లల్లో. వాటి స్టోరేజ్ టాంక్ మామూలు పెట్రోల్ టాంకు కంటే పెద్దదిగా వుండదు.

* * *

యిప్పుడు మనం చర్చించుకున్న విషయాన్ని గబగబా సింహావలోకనం చేసి, కొన్ని సూత్రీకరణలకి వద్దాం.

శక్తిని సంపాదించగలిగే రెండు పద్ధతుల గురించి మనం తెలుసుకున్నాం.

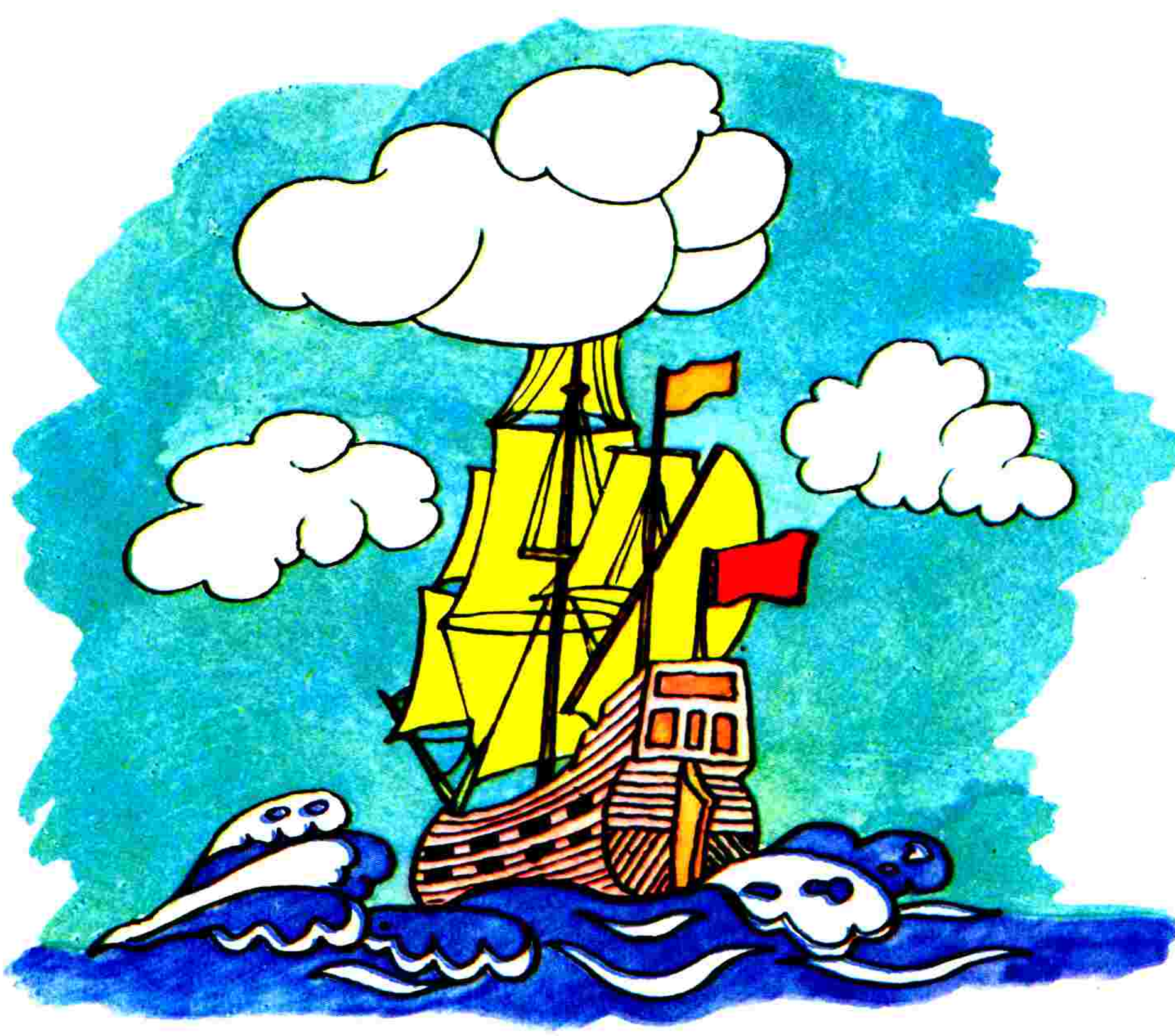
మొదటి పద్ధతికి ఆధారం యింధనం. యింధనంలో రసాయనిక శక్తి వుంటుంది. మనం యింధనాన్ని మండించినప్పుడు మనం యీ రసాయనిక శక్తిని థర్మల్ శక్తిగా మారుస్తున్నాం. యింధనం ఆధారంగా శక్తిని సంపాదించే పద్ధతి యివాళ వున్న పెద్ద పద్ధతి.

రెండవ పద్ధతి పరమాణువు కేంద్రకంమీద ఆధారపడింది — అణు శక్తి వున్న భండారం. కేంద్రకాన్ని విచ్ఛేదం చేసినప్పుడు అణు శక్తిని కూడా మనం థర్మల్ శక్తిగా మారుస్తున్నాం. అచిర కాలంలోనే మనం కేంద్రకాల విలీనం వల్ల కూడా ఉష్ణాన్ని పొందుతాం. యివాళ

పరమాణు కేంద్రకంమీద ఆధారపడిన పద్ధతి పెద్ద రూపం కాదు. కాని భవిష్యత్తులో అది పెద్ద రూపం అవుతుంది.

యీ రెండు పద్ధతులకీ విధిగా వున్న అనుసంధానం ఉష్ణం, థర్మల్ శక్తి. యింధనం ఆధారంగా వున్న పద్ధతిలో గాని, అణు పద్ధతుల్లో గాని వేడి అనేది లేకుండా బహుశా మనుషులు నెట్టుకు రాలేదు, యెన్నటికీ నెట్టుకు రారు.

యేమైనా వున్నవల్లా యీ రెండు పద్ధతులే కాదు. మానవాళికి యితర శక్తి ఆధారాలున్నాయి, అంచేత వాటిని సంపాదించే యితర పద్ధతులూనూ. కొన్ని యెంతో కాలంగా వాడకంలో వున్నవీ, కొన్ని యిప్పుడే పరిశోధనలో వున్నవీ.



48 నీళ్లల్లో వున్న శక్తిని మనం యెలా వాడుకుంటున్నాం?

యేదో ఒక సందర్భంలో మీరు దీన్ని బహుశా చూసి వుంటారు. ఒక కొయ్యదోనెనుంచి ఆకులున్న చక్రంమీదకి వెల్లువగా నీళ్ల పడుతూ వుంటాయి. ఆ చక్రం తిరుగుతూ పెద్ద, చదునైన రాతిని, ధాన్యం మరపట్టే తిరగలి రాళ్లని, తిప్పుతూ వుంటుంది. ఆ రాతి మధ్యలో ఒక తెరుచుకున్న మూతి వుంటుంది. అందులోకి ధాన్యం వెడుతూ వుంటుంది. ఆ తిరగలి రాయి ధాన్యాన్ని పిండి ఆడుతూ ఒక యిరుసుమీద తిరుగుతూ వుంటుంది. శతాబ్దాల తరబడి మానవాళికి తిండి పెట్టిన సుప్రసిద్ధ నీటి మిల్లు యిదే.

మీరు చూసి వుండచ్చు యింకో దాన్నినీ. రంపం పళ్ల లాంటి చక్రాలతో మందంగా వుండే కొయ్య యిరుసు నీటి చక్రంలోనుంచి ముందుకు పొడుచుకు వస్తూ వుంటుంది. ఆ చక్రాలు ఒక బరమాని తిప్పుతాయి, సుత్తిని యెత్తుతాయి, కమ్మరివాని కొలిమితిత్తులని వూదుతాయి. యిది ఒక చిన్న తరహా ఫాక్టరీయో లేదా యంత్ర కర్మాగారమో.

మిల్లులు ధాన్యం ఆడేవి. తెరచాప పడవల చుక్కానీలని గాని, గుర్రపు నాడాలని గాని కర్మాగారాలు తయారు చేసేవి. యీ చిన్న తరహా పరిశ్రమలు అనేక రకాల పనులు చేసేవి. వాటిల్లో అనేక రకాల యంత్రాలు తిరిగేవి. కాని వాటికి అవసరం అయిన శక్తిని ఒకే ఒక్క ఆధారంనుంచి తీసుకోవడం జరిగేది — అదే నీరు.

నీటి శక్తి దాని చలనంనుంచి వస్తుంది. నిశ్చలంగా వున్న నీరు యెప్పుడూ చక్రాన్ని తిప్పలేదు — మీరు యెంత ప్రయత్నించండి.

యేమైనా మనుషులకిది సర్వదా అర్థం కాలేదు. మధ్య యుగాలలో వెనిస్‌లో ఒక ప్రత్యేక చెరువు వుండేది. అక్కడ మెకానిక్కుల మధ్య పోటీలు జరిగేవి. వాళ్లు చెరువులోని నిలవ నీరు పని చేసేటట్టు ప్రయత్నించేవాళ్లు. కాని వాళ్లు యేం చేసినా యేం లాభం వుండేది కాదు. ఆ శోధకులు అనేక రకాలుగా తమ వైఫల్యాలకి కారణాలు చూపించేవాళ్లు. నీళ్ల మరీ చల్లగా వున్నాయనేవాళ్లు కొందరు. కొందరేమో మరీ యెండగా వుందనేవాళ్లు. కాని అసలు కారణం వేరే వుంది: నీళ్లు ప్రవహించడం లేదు....

మన నదులు యెక్కడనుంచి ప్రవహిస్తున్నాయి, యెక్కడికి పోతాయి? నదులు కొండల మీదనుంచి, గుట్టల మీదనుంచి పల్లపు ప్రాంతాలకీ, ఆఖరికి సముద్రంలోకీ ప్రవహిస్తాయి. ఏది నదుల్ని కదిలేటట్టు చేస్తుంది? వందల వేల కిలోమీటర్ల దూరంలో వున్న సముద్రాలలోకి, మహాసముద్రాల్లోకి యీ నదుల మహా జలాల్ని యే శక్తి తరుముతుంది? యీ ప్రశ్నకి సమాధానం మనకి తెలుసు: గురుత్వ ఆకర్షక శక్తి. ఓ గ్లాసులోనుంచి నీళ్లు ఒలికితే యెప్పుడూ కిందే నేలమీదే పడతాయి చూడండి.

అయితే, యెప్పుడూ కిందికే ప్రవహించే నీరు అసలు మొదట్లో కొండలమీదకి యెలా యెక్కుతుంది? వాటిని అక్కడికి యే మహా శక్తి తోస్తుంది? యీ శక్తి సూర్యుడు.

సూర్యకిరణాలు రాళ్లని, యిసకని, చెట్లని వెచ్చ బరచడమే కాదు, అవి సరస్సుల్లో, సముద్రాల్లో, మహాసముద్రాల్లో వున్న నీటినీ వెచ్చ బరుస్తాయి. ఆ నీరు ఆవిరై, ఎత్తుగా వాతావరణంలోకంటా లేస్తుంది. ప్రతి నిముషమూ కోట్ల కోట్ల టన్నుల నీటిని ఆ ఆవిరి పైకి తనతో తీసుకుపోతూ వుంటుంది. ఆవిరి గాలిలో వుండే చల్లని పొరలని చేరుకున్నప్పుడు, అది మళ్లీ నీరు అవుతుంది. ఆ బిందువులు మళ్లీ భూమ్మీదకి వాన రూపంలో గాని, మంచు రూపంలో గాని పడతాయి. యిక్కడ అవి సెలయేళ్లుగా, నదులుగా అవుతాయి, మళ్లీ ఆ నీరు సముద్రాల్లోకి పోతుంది. ఆవృతం పూర్తయింది...

యీ మహా చలనాన్ని ప్రకృతిలోని నీటి ఆవృతం అంటారు.

నీరు మానవాళికి యింకా సేవచేస్తూనే వుంది, యెన్నో వేల యేళ్లనుంచీ చేస్తున్నట్టుగానే. ఓ ధాన్యాన్ని పిండి చెయ్యడమే కాదు, ఓ కమ్మరి కొలిమిలో నిప్పుని యెగసన దొయ్యడమే కాదు యివాళ దాని ముఖ్య కర్తవ్యం విద్యుత్‌ని ఉత్పత్తి చెయ్యడం.

ఒక నదిమీద ఆనకట్టకడతాం, దాన్ని అడ్డగిస్తాం. ఆ ఆనకట్టలో గొట్టాల్లాంటి దారుల్ని బ్రహ్మాండమైన రెక్కలతోటి పెడతాం. ప్రతి పైపులోనూ ఆకులున్న చక్రం ఒకటుంది — జల లేదా వూరికే నీటి టర్బయిన్. ఒక యిరుసు యీ టర్బయిన్‌ని విద్యుదుత్పాదక యంత్రానికి (జెనరేటర్‌కి) కలుపుతుంది.

నీళ్లు ఆనకట్టు దగ్గర కొచ్చినప్పుడు వాటి గతి అడ్డం పడుతుంది. నీరు పైకి లేవనారంభిస్తుంది. అది యెంత పైకి లేస్తే అంత శక్తిని కూడగట్టుంది. గొట్టపు రెక్క తెరుచుకోగానే నీరు టర్బయిన్ కేసి దూసుకు పోతుంది, ఆకుల్ని విపరీతమైన బలంతో తాకుతుంది. టర్బయిన్ తిరగడం మొదలెడుతుంది. జెనరేటర్ యంత్రం, విద్యుత్తరంగాన్ని ఉత్పత్తి చేస్తూ, దాంతో బాటు తిరుగుతుంది.

ఆనకట్ట, టర్బయిన్లు, జెనరేటర్లు అన్నిటినీ కలిపి జల విద్యుత్ ఉత్పాదక కేంద్రం అంటారు.

సోవియట్ యూనియన్‌లో చాలా మహా నదులు వున్నాయి. వాటిల్లో విస్తారమైన జల సంపద వుంది. సోవియట్ యూనియన్ యూరప్ భాగంలో వోల్గా, ద్నీపర్, కామా, వగైరా పెద్ద నదులున్నాయి. అవి యిప్పటికే విద్యుత్‌ని ఉత్పత్తి చేస్తున్నాయి. వోల్గా నది వార ఒక దాని తర్వాత ఒకటిగా జల విద్యుత్ కేంద్రాలని కట్టారు. ద్నీపర్ నది తీరంలో కూడా యెన్నో విద్యుత్ కేంద్రాలున్నాయి.

సైబీరియన్ నదుల్లో అనుపయోగిత శక్తి యెంతో వుంది. అందుకని ఆ మహా

నదులంత బ్రహ్మాండమైన జల విద్యుత్ కేంద్రాలనీ అక్కడ నిర్మించారు. ప్రపంచపు అతి పెద్ద జల విద్యుత్ కేంద్రం క్రస్నొయార్స్క్ నగరం దగ్గర వున్న ఎనిసేయ్ నది ఒడ్డున వుంది. అంతకంటే పెద్ద జల విద్యుత్ కేంద్రాన్ని, సయానొ-షూషెన్స్కాయె విద్యుత్ కేంద్రం అనేదాన్ని, ఎనిసేయ్ నదిమీద నిర్మిస్తున్నారు. దాని కోసం యెంచుకున్న స్థావరం నెట్టంగా వుండే ఒడ్డులున్న లోతైన చరియ. ఎనిసేయ్ నది కడ్డంగా ఎత్తైన సిమెంట్ ఆనకట్ట కట్టారు. అది పది హైడ్రోఆగ్రిగేట్లు పడుతుంది. విద్యుత్ ఉత్పాదక యంత్రంలో కలిసిన జల టర్బయిన్‌ని అలా పిలుస్తారు.

జల విద్యుత్ కేంద్ర నిర్మాణం చాలా ఖరీదుతో కూడుకున్నటువంటిది. కాని అది ఉత్పత్తి చేసే శక్తి మహా చవకైంది. యేమంటే దాని వనరు ''ఉచితం'' — సూర్యుడు. సూర్యుడ్ని గురించి వంపుగా అనుకున్న విషయం గుర్తుందా?

యేమైనా నీటికి శక్తిని యిచ్చేది సూర్యుడే కాదు. అదే పనిని మన ''రేవెలుంగుల దొర'' — అంటే చంద్రుడు, కూడా చేస్తాడు. చంద్రుడు నీటిని వెచ్చబరచడు, లేదా ఆవిరిని పైకి ఆకాశంలోకి పంపడు. చంద్రుడు గురుత్వాకర్షణ శక్తితోటి చరిస్తాడు.

వినువీధిలోని గోళాలన్నీ గురుత్వాకర్షణ ప్రభావం కలిగిస్తాయని మనకి తెలుసు. ఆ ఆకర్షణ బరువుమీద, యింకా కచ్చితంగా చెప్పాలంటే ద్రవ్యరాశిమీద ఆధారపడి వుంటుంది. రాశి యెంత పెద్దదైతే అంతగా అది ప్రతిదాన్నీ తన వేపు లాక్కుంటుంది. ఒక దాన్నుంచి ఒకటి యెంత దూరం అయితే అంత బలహీనంగా వుంటుంది వాటి గురుత్వాకర్షక శక్తి. యెంత దగ్గరగా వుంటే అంత బలంగా వుంటుందా శక్తి.

బాహ్య రోదసిలో మనకి బాగా దగ్గర్లో వున్న పొరుగు గ్రహం అయిన చంద్రుడు భూమిమీదా, దానిమీద వున్న ప్రతి దానిమీద బలమైన ఆకర్షక ప్రభావాన్ని కలిగిస్తున్నాడు తన వేపు లాక్కుంటూ. చంద్రుడు ఒక చోటులోనే వుండడు, భూమి చుట్టూ పరిభ్రమిస్తూ వున్నాడు. అలా కదిలేటప్పుడు కింద వున్న వస్తువుల్ని ''యెత్తుతూ'' వుంటాడు. పొడి నేలమీద యీ విషయాన్ని గమనించలేం. కాని విస్తారమైన మహాసముద్రాల్లో అలని సృష్టిస్తాడు చంద్రుడు. యీ విషయాన్ని బాగా గమనించవచ్చు. రోజూ రెండు సార్లు అదే సమయంలో ఆ అల అన్ని సముద్రాల్లోనూ మహాసముద్రాల్లోనూ తరంగిస్తుంది. బ్రహ్మాండమైన పరిమాణంలో నీళ్లు పైకి లేచి మెల్లిగా పడతాయి. తీరంమీద పోటు తాకి, తగ్గుతుంది.

''చంద్ర'' అలల్లో చాలా యెక్కువ శక్తి వుంటుంది. ప్రపంచపు అన్ని జల విద్యుత్ కేంద్రాలూ ఉత్పత్తి చేసేదాని కంటే వంద రెట్లు యెక్కువ శక్తి. నిజమే, యీ శక్తి విస్తృత మహాసముద్రాలంతటా చెదిరిపోయి వుంటుంది, ''పట్టుకోలేం'' అన్న మాట నిజమే. అయినా

పసిఫిక్ మహాసముద్ర మధ్యంలో యెవడు జల విద్యుత్ కేంద్రాన్ని కట్టగలడు? కాని దాని చిన్న ''భాగాల్ని'' పట్టుకోవచ్చు.

శక్తిని యీ రకంగా ''పట్టు''కుంటారు. సన్నని ముఖద్వారం వున్న ఒక అఖాతం చూస్తారు. అప్పుడు ఆ ముఖద్వారానికి అడ్డంగా ఒక ఆనకట్టని కడతారు. టర్బయిన్లనీ, విద్యుదుత్పాదక యంత్రాలనీ ఆ ఆనకట్టలో అమరుస్తారు. సముద్రం ఆటుపోటుల్లో నీరు గొట్టాల్లోకి వచ్చి, టర్బయిన్లని తిప్పుతుంది.

నీరు సామాన్యంగా మూడు నాలుగు మీటర్లు లేస్తుంది. కాని పోటు ఒక భవనం అంత యెత్తు లేచే చోట్లు కూడా వుంటాయి. నీరు యెంత యెత్తు లేస్తే టర్బయిన్ ఆకుల్ని అంత గట్టిగా తాకుతుంది. తత్ఫలితంగా అంత యెక్కువ శక్తినిస్తుంది. పెంజీన నది సముద్రంలోకి ప్రవహించే ఒఖోత్స్క్ సముద్రపు ఉత్తర ప్రాంతంలో క్రస్నొయార్స్క్ జల విద్యుత్ కేంద్రం కంటే నాలుగింతలు బలమైన సముద్ర అలల కేంద్రాన్ని కట్టవచ్చుని సోవియట్ శాస్త్రజ్ఞుల విశ్వాసం.

సముద్ర తీరాల్లో యేర్పాటు చేసిన మొదటి విద్యుత్ కేంద్రాల్ని యిప్పటికే ఫ్రాన్స్ లోనూ, సోవియట్ యూనియన్‌లోనూ కట్టడం జరిగింది. కోలా ద్వీపకల్పంలో స్థాపితమైన కేంద్రం యెక్కువ విద్యుత్‌ని ఉత్పత్తి చెయ్యకపోవచ్చులెండి. కాని సోవియట్ శాస్త్రవేత్తలు, ఇంజనీర్లు తూర్పు, ఉత్తర సముద్ర తీరంలో సముద్ర అలల కేంద్రాలకి సంబంధించిన నూతన ప్రణాళికలని యిప్పటికే విపులీకరించుకోవడం జరిగింది. రాను రాను అవి సోవియట్ యూనియన్ ఉత్తర, తూర్పు ప్రాంతాలకి అవసరమైన శక్తిని యిస్తాయి.

* * *

నిశ్చలంగా వున్న నీటిచేత పని చేయించడానికి ప్రయత్నించిన మధ్య యుగాల మెకానిక్కుల గురించి మనం యేం చెప్పుకున్నామో గుర్తుందా? మరి వాళ్లు యెలా విఫలమయ్యారు? సరే, సరిగ్గా యిలాంటి దాన్నే చెయ్యడానికి సోవియట్ శాస్త్రజ్ఞులు ప్రణాళిక వేసుకుని యెంతో కాలం అవలేదు.

ఒక బ్రహ్మాండమైన సిలిండర్‌ని సముద్రంలోకంటా లేదా పెద్ద సరస్సులోకంటా లోతుగా దింపేస్తారు. సిలిండరు మూతలో ఒకటో అంతకంటే యెక్కువో గొట్టాల్ని గేట్లతోటి అమరుస్తారు. ఆ గొట్టాల్లోపల హైడ్రోఆగ్రిగేట్లు వుంటాయి. గేట్లు తెరుచుకున్నప్పుడు గొట్టాల గుండా నీరు సిలిండరులోకి వెడుతుంది. టర్బయిన్ల గుండా వెళ్లి వాటిని తిప్ప

తుంది. సిలిండరు నిండిపోయే దాకా టర్బయిన్లు తిరుగుతూనే వుంటాయి. అప్పుడు ఆగ్రి గేట్లు ఆగిపోతాయి.

సర్వదా పని చెయ్యలేకపోతే ఆ బాపతు కేంద్రాల్ని కట్టడం యెందుకు? తెల్లవారిం దగ్గరనుంచీ ఫాక్టరీల్లో పని మొదలైం దగ్గరనుంచీ, రాత్రిళ్ళ యిళ్లల్లో వీధుల్లో దీపాలు వెలిగించినప్పుడు, టెలివిజన్లని ఆన్ చేసినప్పుడు యెంతో విద్యుచ్ఛక్తి అవసరం అవుతుంది. కాని రాత్రిళ్ళ చాలా తక్కువ అవసరం అవుతుంది.

పొద్దున్నా, పొద్దుమణిగాకా అన్ని జల విద్యుత్ కేంద్రాలూ గరిష్ట ఉత్పత్తికి పని చేస్తాయి. అయినా చాలినంత విద్యుత్‌ని అందివ్వలేవు. రాత్రిళ్ళ అధిక భాగం ఆగ్రిగేట్లు పని చెయ్యవు. యేమంటే వాటి అవసరం లేదు. జల గర్భంలోని విద్యుత్ కేంద్రాలు భూమ్మీది విద్యుత్ కేంద్రాలకి మంచి రద్దీగా వుండే సమయంలో సాయపడతాయి. కాని అలా చెయ్యాలంటే వాటి సిలిండర్లలోని నీటిని బయటికి తోడెయ్యాలి, అవి పగలు పని చెయ్యగలందుకు గాను. రాత్రిళ్లప్పుడు విద్యుత్ కేంద్రాల్లో శక్తి అందుబాటుగా వున్న సమయంలో విద్యుత్ పంపులతో దీన్ని సులభంగా చెయ్యవచ్చు. జలగర్భ కేంద్రాలు విద్యుత్ శక్తి నిలవని అందిస్తాయి.

ఇంధనంగాని, నీరుగాని తమని తాముగా శక్తిని తయారు చెయ్యలేవని మీకీపాటికి అర్థమై వుండాలి. అవి సూర్యుడి శక్తికి ''రిజర్వాయిర్లు'' మాత్రమే.

అవి లేకుండా మనం జరుపుకోగలమా? నేరుగా సూర్యుడినుంచే మనం శక్తిని పొందగలమా? ఆఁ, పొందగలం. యిక చదవండి, యెలాగో తెలుస్తుంది.

సూర్యకిరణాల్లోని శక్తి

సూర్యుడు ప్రాణికోటికి యెంతో ముఖ్యం.

భూమ్మీద వుండే సజీవమ్మైన ప్రతి దానికీ సూర్యుడి శక్తి ఆధారం. సూర్యకిరణాలు ''పద్మాకరముల వికచముగ చేయు.'' ఫల, ధాన్యాలని పక్వం చేస్తాయి. చెట్ల శాఖల్ని నభో మార్గంలోకి చాచుకునేట్టు చేస్తాయి. భూమిని ఆకుపచ్చ గరిక తివాసీతో కప్పుతాయి.

కాని యెడారుల్లో నీళ్లులేని చోట యిసక నిప్పుకణాల్లా కాలుతుంది, వేయించేసే సూర్యకిరణాలకింద రాళ్లు పగులుతాయి. యిక్కడ సూర్యుడి జీవదాయక శక్తి విధ్వంసకరంగా తయారవుతుంది.

''అవసరంలేని'' సౌర శక్తి మనకి కనిపించేది యెడారుల్లో మాత్రమే కాదు. ప్రతి సూర్యకిరణమూ ప్రతి గడ్డిపోచనీ ఆకునీ సోకనూ సోకదు. నగర వీధుల్లోని ఆస్ఫాల్ట్‌నీ, యిళ్ల కప్పుల్నీ కూడా యెండ వెచ్చబరుస్తుంది. యీ ''అదనపు'' శక్తిని యెలా వినియోగించుకోవాలా అని మనుషులు చాలా కాలం ఆలోచించారు.

అనేక రకాల సౌర పరికరాల్ని తయారు చేశారు లేదా నిర్మించారు. అతి సాదా అయింది భూతద్దం. యేదో ఒక సందర్భంలో ప్రతివాళ్లూ దాన్ని పట్టుకునే వుంటారు. అది సూర్య కిరణాల్ని ఒక సన్నని రేఖగా కేంద్రీకరిస్తుంది. యీ రేఖ ఓ కర్ర ముక్కనో, కాగితం ముక్కనో పొగరాజేటట్టు చేస్తుంది. అద్దం — కటకం — యెంత పెద్దదైతే సూర్యకిరణం రేఖ అంత బలంగా వుంటుంది. ఒక చిన్న కటకం చాలు మీ లాగుమీద చిన్న చిల్లు చెయ్యడానికి. ఒక టీ పాత్రని మరిగించడానికి కటకం ఒక ట్రాక్టరు చక్రం అంత వుండాలి. ఓ బాల్చీ నీళ్లనో లేదా ఓ పీపా నీళ్లనో మరిగించాలంటే? మీకు చాలా పెద్ద కటకం అవసరం అవుతుంది.

కాని సూర్యుడి శక్తిని పట్టుకోవడానికి యిదేమంత ఉత్తమ పద్ధతి కాదు.

రోదసీ నౌకలకి విద్యుత్ శక్తిని యిచ్చే సౌర బాటరీల గురించి మీరు బహుశా వినే వుంటారు. మీరు బహుశా వాటి రేఖా చిత్రాలు కూడా చూసే వుంటారు. అవి రెక్కల ఆకారంలో వున్న బాహ్య చట్రం రూపంలో వుంటాయి. ప్రత్యేక పదార్థాలతో, సెమికండక్టర్లతో, వాటిని చేస్తారు. సౌర కణాల తాకిడివల్ల అవి విద్యుత్‌ని ఉత్పత్తి చేస్తాయి.

యీ సౌర బాటరీలు మామూలుగా మన కార్లలో వుండే బాటరీల మాదిరీ చార్జి అవుతాయి. అంచేత రోదసీ నౌకల లోపల సర్వదా విద్యుచ్ఛక్తి వుంటుంది.

సౌర బాటరీలు యింకా అంత బాగా పని చెయ్యడం లేదు. అవి అందుకునే సౌర శక్తిలో పదోవంతు మాత్రమే విద్యుచ్ఛక్తిగా మారుస్తున్నాయి. అందుకనే వాటిని బాహ్య రోదసిలో,

మరే రకంగానూ విద్యుత్ రాని చోట, వాడుతున్నారు.

కాని యీ బాటరీలు మూడింతలేనా బాగా పని చెయ్యగలిగితే వాటిని భూమ్మీద ఉపయోగ పెట్టవచ్చు. సౌర విద్యుత్ కేంద్రాల్ని యెడారుల్లో కట్టవచ్చు. వేడి యిసకని విస్తారమైన సెమికండక్టివ్ ''దుప్పటి''తో కప్పెయ్యవచ్చు. సూర్యకిరణాలు యీ ''దుప్పటికి'' తమ శక్తిని యిస్తాయి. ఆ శక్తిని విద్యుత్తరంగంగా మార్చవచ్చు. ఆ తరంగాన్ని కేంద్రాల దగ్గర పోగు చేసి, విద్యుత్ తీగలద్వారా యిళ్లకి, బళ్లకి, కార్ఖానాలకి సరఫరా చెయ్యచ్చు.

యేమైనా సూర్యుడు మనకి పంపించే శక్తి అంతా భూమి ఉపరితలానికి చేరటం లేదు. మన గోళం పై భాగం నిబిడ వాతావరణపు మందమైన పొరతోటి, మేఘాలతోటి, ఆవరింపబడి వుంది. ''సెమికండక్టివ్'' విద్యుత్ కేంద్రాన్ని సూర్యకిరణాలకి అవరోధంలేని బాహ్య రోదసిలోకి ప్రయోగించాలని శాస్త్రవేత్తలు సిద్ధమవుతున్నారు. యీ కేంద్రం ఉత్పత్తి చేసే విద్యుచ్ఛక్తిని ఒక బలమైన రేడియో తరంగ కిరణంగా మార్చి భూమ్మీదకి పంపించడం జరుగుతుంది. భూమ్మీద మళ్లీ కిరణాన్ని విద్యుచ్ఛక్తిగా మారుస్తారు.

శాస్త్రజ్ఞులు మరో ''సౌర'' పథకం గురించి ఆలోచన చేస్తున్నారు. ప్రకృతే సూచించిన పథకం.

చెట్లకీ, జంతువులకీ శక్తి ఆధారం సూర్యుడని మీకిది వరకే తెలుసు. చెట్ల ఆకులూ, గడ్డి పోచలూ ఆబగా సూర్యకిరణాలని మింగేస్తాయి. వాటి శక్తి చెట్ల కణాల్లోని పదార్థాలు యితర పదార్థాలుగా మారేటట్టు చేస్తుంది. అవి శక్తిని సంచితం చేసుకుంటాయి. సౌర శక్తిని కాదు, రసాయనిక శక్తిని. మనం రొట్టె ముక్క తిన్నప్పుడూ, పాలు తాగినప్పుడూ యీ శక్తినే వాడుకుంటున్నాం. ఆహారం కూడా మనుషులకి ఒక రకమైన శక్తి ఆధారమే. చెట్లకి సూర్యుడు శక్తి ఆధారమైనట్టుగా.

సూర్యుడినుంచి వచ్చే యెండని యెలా వాడుకోవాలో మనం చెట్లనుంచి నేర్చుకోగలిగితేనా! అప్పుడు మనం, సజీవకణాల కంటే కోట్ల రెట్లు బలమైన కృత్రిమ ''కణ కర్మాగారాలని'' నిర్మించుకోగలం.

అప్పుడు యెడారుల్లో లేదా యెక్కడ మంచి యెండగా వుంటుందో అక్కడ అద్భుతమైన శక్తి క్షేత్రాలు ప్రత్యక్షం అవుతాయి. వూరికే వూహించండి — వేడిగా వుండే దక్షిణాది ఆతప యిసుక యెడారుల్లో పారదర్శక గొట్టాలు పాకిపోతాయి. ''సజీవ'' లేదా రసాయన శాస్త్రవేత్తలు చెప్పినట్టు ఆర్గానిక్ ద్రావణాల నదులు యీ గొట్టాలగుండా ప్రవహిస్తాయి. యివే ద్రావణాలు చెట్ల కణాల్లో వుంటాయి. అవి ఆబగా సూర్యకిరణాల శక్తిని పీల్చుకుంటాయి. నూతన పదార్థాలు పుడతాయి, రసాయనిక శక్తితో నిండిన పదార్థాలు. గొట్టాలు

యీ ద్రావణాలని ఫాక్టరీలలోకి తీసుకుపోతాయి. అక్కడ అవి వడపోత అవుతాయి. వాటి శక్తి సంపన్నమైన పదార్థాలని పోగు చెయ్యడం జరుగుతుంది. యీ ''పంట''ని పోగు చేసుకున్నాక అవసరమైన పదార్థాలని యీ ద్రావణానికి చేర్చడం జరుగుతుంది. దాన్ని మళ్లీ శక్తి అన్వేషణలో పంపించెయ్యడం వుంటుంది.

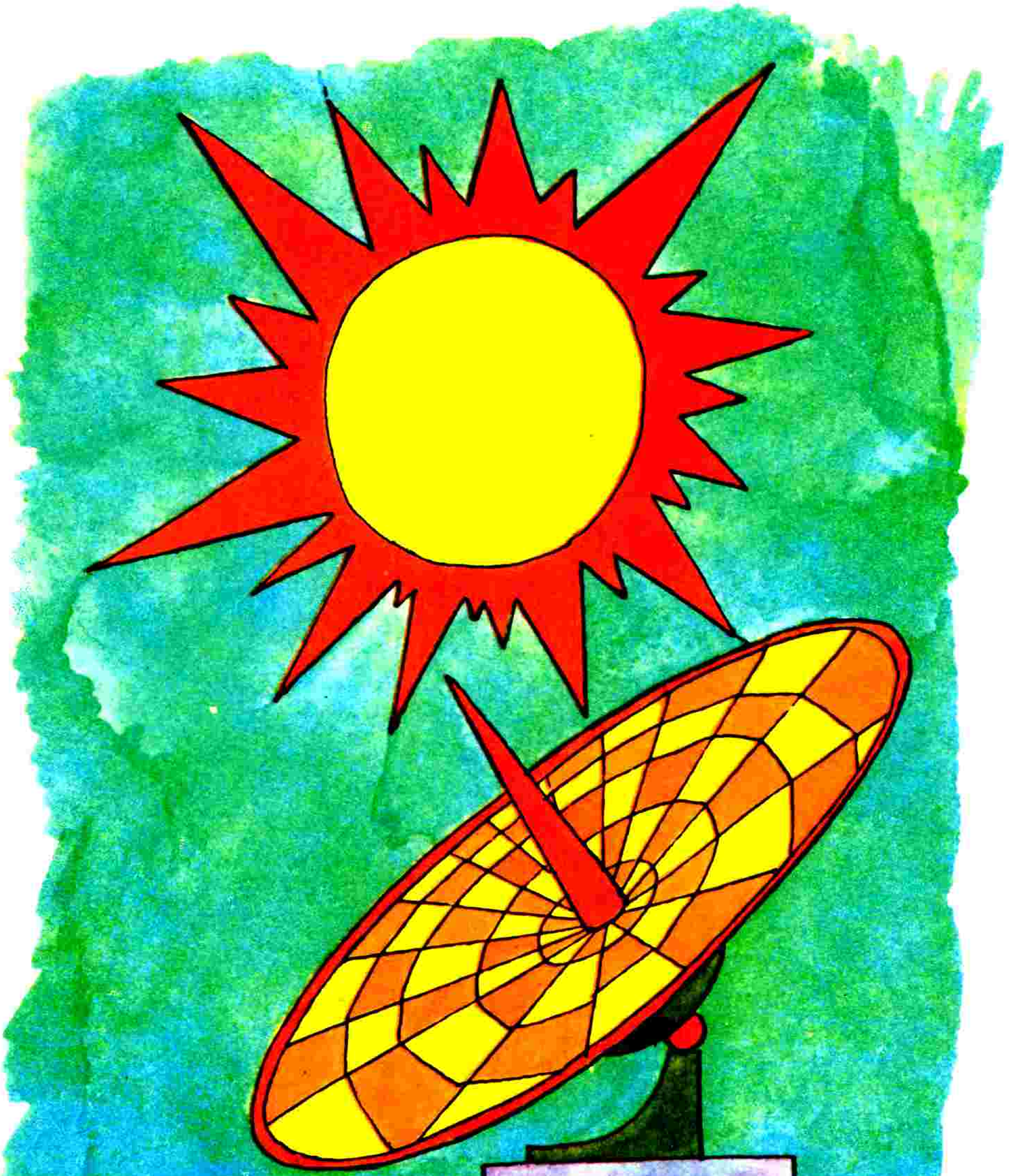
యేనాటినుంచో మనుషులు దాదాపు యిదే చేస్తున్నారు. విత్తనాల్ని నేలలో పాత్తారు. మొక్క యెదగడం కోసం పక్వానికి రావడం కోసం, సూర్యకిరణాలనుంచి పోషక పదార్థాలని మొక్క కణాల్లో పోగుచేసుకోవడం కోసం మనుషులు నిరీక్షించేవాళ్లు. ఆ మొక్కని పీకి, దాని విత్తనాలని భవిష్యత్ ఫలసాయం కోసం పోగుచేసుకునేవాళ్లు. మొక్క ''పైవాటిని'' (గోధుమ, రై, టొమాటొ) గాని లేదా ''కిందివాటిని'' (పొటాటో, కారట్, బీట్‌రూట్) గాని తింటాం.

కృత్రిమ ''సౌర'' క్షేత్రాలకి యెంతో చోటు కావాలి. భూమికి యీ చోటు వుంది. ఆఫ్రికాలో సహారా యెడారి వుంది, ఆసియాలో గోబీ యెడారి వుంది, సోవియట్ యూనియన్‌లో కారకూమ్ యెడారి వుంది.

యీ సౌర ''వనాల'' నుంచి యెక్కువ శక్తిని మానవాళి పొందగలదా? ఆఁ, నిజంగానే చాలా యెక్కువ — యివాళ వెలికి తీస్తున్న యింధనం అంతటినుంచీ కంటే కూడా అరవై రెట్లు యెక్కువ.

పై పెచ్చు, యింధనానికీ, పరమాణు నిక్షేపాలకీ సౌర ''చేర్పు'' ప్రకృతికి హానికరం కాదు. సౌర శక్తి వాతావరణాన్ని కలుషితం చెయ్యదు, నీటిని గాని నేలని గాని కలుషితం చెయ్యదు.

మంచి ఆకర్షవంతంగా వున్న అవకాశం కదూ? కాని యింతా చేసి యివన్నీ కలలేనా? ప్రస్తుతానికి అంతేమరి. కాని శాస్త్రజ్ఞులు వాటికి సంబంధించి యిప్పటికే కృషి చేస్తున్నారు. ఒకసారంటూ సమస్యని సీరియస్‌గా పట్టుకుంటే, సౌరక్షేత్రాలు దగ్గర్లో చేతికి అందినట్టే.



‘‘‘పయొనీర్’ రోదసీ నౌక కంట్రోల్ పానెల్‌మీద ఇండికేటర్ ఎర్ర బల్బు మెరిసింది. హెచ్చరిక సంజ్ఞ తక్షణం విలపించ మొదలెట్టింది. డ్యూటీలో వున్న పైలట్ నౌక కంప్యూటర్‌కి సంధానమైన సమాచార సూచిక నొక్కాడు. తొణకని ఎలక్ట్రానిక్ గొంతుక అంది: ‘అజ్ఞాత గోళం రోదసీ వస్తువు సరాసరి ముందు వుంది. దూరం ఒకటిన్నర క్షణాలు. యీ గోళం 2,00,000 కిలోమీటర్ల వ్యాసంగల ఒక నక్షత్రం చుట్టూతా వృత్త పరిభ్రమణంలో కదుల్తోంది. యితర వివరాలు తర్వాత...’ పైలట్ మైక్రోఫోన్ ఆన్ చేసి గబగబా చెప్పాడు: ‘ముఖ్య కంట్రోల్ రూమ్ కమాండర్‌ని పిలవమని ప్రార్థన...’ ఒక అజ్ఞాత గోళం, అంతు తెలియని నక్షత్రం. యీ సాహసయాత్ర ఒక అజ్ఞాత ప్రపంచాన్ని యెదుర్కోబోతోంది...’’

భవిష్యత్ రోదసీ యాత్రల గురించిన యే పుస్తకంలోనేనా యిలాంటి దాన్నే దేన్నో చదవవచ్చు. మరువంలాంటి గడ్డి వుండే నల్లని ఆకాశం, నక్షత్రాలు నిగూఢంగా మినుకు మంటూ మెరవడం వుండే నూతన గోళ ఆవిష్కరణ జరగవచ్చు. యిలాంటి పుస్తకాలు చదివినప్పుడు మీకు అనిపించవచ్చు సకల అద్భుతాలూ బాహ్య రోదసిలోనే కనిపిస్తాయని. కాని ఒక ముఖ్య రహస్యం, బహుశా అతి ముఖ్యం అయింది మన కాళ్లకింద వుంది — భూమి గాఢ కుహురంలో.

వందలాది కిలోమీటర్లు భూమి పైన యెగరడంలో మానవులు విజయం సాధించారు. చంద్రుడిమీదకి వెళ్లారు; కుజ, శుక్ర గ్రహాలకి స్వయంచోదిత స్టేషన్లని పంపారు. అయినా భూమి లోపలికి లోతుగా పోలేకపోయారు. భూమి ఉపరితల భాగాన 13 కిలోమీటర్లు యేదో చెదురు మదురుగా వుండే చోట్ల తొంగి చూడగలిగారంతే. కాని అంతకంటే లోతుల్లో యేం జరుగుతోంది? భూమి కేంద్రంలో యేం జరుగుతోంది?

పైన గట్టి పెంకు వున్న కాయ లాంటి భూమి. యీ పెంకుని పెచ్చు అంటారు. దాని కేంద్రం వేడిగా మండిపోతోంది. భూమి కేంద్రం వద్ద ఉష్ణోగ్రత కొలిమిలో కంటే యెక్కువ. అంటే యేమన్నమాట, భూమి కేంద్రంలో వున్న ప్రతీదీ కరిగిపోయింది. ఉపరితలానికి వచ్చే కొద్దీ ఉష్ణోగ్రత తగ్గి చల్ల బడుతుంది. కాని యిరవై కిలోమీటర్ల లోతులో ఉష్ణోగ్రత యింకా చాలా హెచ్చుగానే వుంటుంది అంటే 600 డిగ్రీల సెంటిగ్రేడ్. లోపల కరిగిన రాశి పెచ్చుమీద అధిక ఒత్తిడి కలిగిస్తూ వుంటుంది, దాన్ని బద్దలు చేసుకుని బయట పడదామా అన్నట్టు. పెచ్చు పైన వున్న బీటలగుండా అది ఉపరితలానికి రాగలిగింది కూడా. పైకి తోసుకువచ్చేటప్పుడు దానికి నీరు యెదురైతే, ఆ నీరు తక్షణం మరిగి

పోతుంది; ఆవిరిగా మారి పెచ్చు గుండా ఉష్ణ జలల రూపంలో బయటపడుతుంది.

నీళ్లని కాచి మరిగించడంలో బోలెడు విలువైన ఇంధనం ఖర్చయి పోతోంది. ఉష్ణ జలలున్న చోట్ల గొట్టాలని వేస్తే యీ నీటిని నగరాలకీ, గ్రామాలకీ పంపించవచ్చును. నిజానికి యిలా చాలా ప్రాంతాల్లో చేస్తున్నారు.

దీనికితోడు, భూగర్భంలో వున్న ఆవిరినీ, వేడి నీటినీ గొట్టాలద్వారా విద్యుత్ కేంద్రాలకి పంపిస్తున్నారు. ఆవిర్ని టర్బయిన్లకి అందించి వాటిని చలనంలో పెడుతున్నారు. విద్యుత్ ఉత్పాదక యంత్రం విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేస్తుంది. మామూలు థర్మల్ పవర్ స్టేషన్ లాగానే. యీ కేంద్రాల్లో ఆవిరి దాబరా గిన్నెలు అవసరం లేదు. అవి అప్పటికే భూగర్భంలో వున్నాయి. యీ బాపతు విద్యుత్ కేంద్రాల్ని జియోథర్మల్ స్టేషన్లు అంటారు. అంటే వాటి ముడి పదార్థం భూమిలోనే వున్న ఉష్ణం.

సోవియట్ యూనియన్‌లో అలాంటి మొదటి స్టేషన్‌ని కమ్‌చాత్కా ద్వీపకల్పంమీద నిర్మించారు. 1966లో అది విద్యుత్‌నీ వేడినీ ఓజెర్‌నాయ మత్స్యకారుల గ్రామానికి సరఫరా చేసింది. యిళ్లకీ, గ్రీన్‌హౌస్‌లకీ వెచ్చదనం వస్తోంది. యీ గ్రామంలో నివశించేవాళ్లు వసంతరుతువు ఉల్లి పాయలనీ, కొత్తిమీరనీ, దోసకాయలనీ దాదాపు సంవత్సరం అంతా తింటారు.

యితర దేశాల్లో కూడా యిలాంటి స్టేషన్లని నిర్మిస్తున్నారు. ఫ్రాన్స్‌లో యిటీవల పారిస్ నగరం కిందనే ఒక ఉష్ణజలం సరస్సు వున్నట్టు కనిపెట్టారు. యీ నీటిని యెక్కడ ఉత్తమంగా వాడవచ్చా అని శాస్త్రజ్ఞులు నిర్ణయిస్తున్నారు — పారిస్ యిళ్లల్లోనా, విద్యుత్ కేంద్రాల్లోనా అని.

భూగర్భ పాత్రలని వాడుకోవడానికి ఉష్ణ సరస్సుల్ని గాని, జలల్ని గాని మనం కనిపెట్టాల్సిన అవసరం లేదు. ఇంజనీర్లు తామే సొంతంగా వాటిని తయారు చేస్తున్నారు.

రెండు గొట్టాల్ని భూమి లోపలికంటా దించి, ఉపరితలానికి బాగా దిగువున వున్న భూగర్భ కుల్యకి కలుపుతారు. ఉష్ణమైన పొరలకి ఒక గొట్టంద్వారా చల్లని నీటిని పంపుతారు; వేడి నీరు, ఆవిరి రెండో గొట్టంద్వారా ఉపరితలానికి వస్తాయి. భూమి ఉపరితలం కింద ప్రతి చోటా భూగర్భ ఉష్ణం వుంది: మాస్కో కింద, సహారా కింద, తుంద్రా కింద. మీకు తెలుసు కదా, సామెత చెప్పినట్టు, తుంద్రాలో ''పన్నెండు నెలలు శీతకట్టే ఆ మిగిలింది వేసవి.'' అంచేత యిక్కడ మరెక్కడ కంటే యెక్కువగా భూమి ఉష్ణం కావాలి. అయినా భూమి లోపల దాంకున్న శక్తిలో యిది ఒక అతి చిన్న భాగం మాత్రమే. దీన్ని గనక సాధిస్తే మనుషులు రాబోవు వేలాది సంవత్సరాలు బతికి, పని చేసుకోగలరు.

యిలా చెయ్యడం చాలా కష్టం, బాహ్య రోదసిలోకి ఎగిరి పోవడం కంటే. గొట్టాలు భూగర్భంలోకి మనం తొంగి చూసేటట్టు చెయ్యగలిగాయంతే. యివి పెద్ద పళ్లతోటి

భూమిలోకి దొలుచుకుంటూ పోతాయి. కోరపళ్ల ఉక్కు గొట్టాలు యింకా యింకా భూమిలోకి లోతుగా దిగుతూ. కొన్ని కిలోమీటర్లు మెల్లిగా తిరుగుతూపోతాయి లోతు మరీ యెక్కువైతే గొట్టాల దీర్ఘ స్తంభాకృతి తన బరువుకి బద్దలైపోతుంది. భూగర్భంలో పరిశోధనలకి సంబంధించి మొత్తం పూర్తిగా కొత్త దాన్ని దేన్నో చూడాలి. బహుశా ఒక ప్రత్యేకమైన భూగర్భ వాహనం.

చుంచుల మాదిరిగా వుండే నమూనాతోటి యీ బాపతు భూగర్భ వాహనాన్ని సోవియట్ యూనియన్‌లో యింజనీర్లు నిర్మించగలిగారు. ఓ చుంచు వాడిగా వుండే కోరలతోటి భూమిని తొలిచి, తర్వాత తలతో తట్టి, గబగబా ముందుపోతుంది.

యాంత్రిక ''చుంచు''కి లోహదంతాలు, గట్టి పరిభ్రమించే ''మెడ,'' మందు గుండుతో నడిచే యింజనూ అమర్చారు. ప్రయోగాల్లో అది చాలా లోతుకి 7 కిలోమీటర్లు లోతుకి వెళ్లింది.

యేదో ఒక రోజున వైజ్ఞానిక నవలలో కంటే, దినసరి వార్తాపత్రికలో యిలాంటి వాహనం భూమధ్యంలోకి చేసిన యాత్ర గురించి మనం చదువుతాం.

విద్యుత్ కండరాలు

మీరు గమనించారా దాదాపు ప్రతి అధ్యాయంలోనూ మనం విద్యుచ్ఛక్తిని గురించి ప్రస్తావించుకున్నాం. థర్మల్ శక్తిని గురించి మాట్లాడుకున్నా, అణు శక్తిని గురించి మాట్లాడుకున్నా, నీళ్లల్లో వున్న శక్తిని గురించి మాట్లాడుకున్నా కడకి మనం విద్యుత్ కేంద్రానికే వచ్చి చేరాం.

థర్మల్ శక్తిలో మూడో భాగం విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చెయ్యడానికే పోతుంది. నదుల నుంచి మనకి లభించిన శక్తి అంతా విద్యుచ్ఛక్తిగా మారుతుంది. అణు శక్తి కూడా, మనం దాన్ని విద్యుత్ శక్తిగా మార్చుకుంటేనే కావాలి. మరి యిది యాదృచ్ఛికం కాదు.

విద్యుచ్ఛక్తి అతి ''సమర్థవంత''మైన శక్తి రూపం. యిది దేన్నైనా లేదా దాదాపు దేన్నైనా చెయ్యగలదు.

మన యుగానికి వేర్వేరు పేర్లు పెట్టారు: అణు యుగం, రాకెట్ యుగం, అంతరిక్ష యుగం. కాని కచ్చితంగా నప్పే పేరు ''విద్యుచ్ఛక్తి యుగం.''

మనం దీన్ని రుజువు చెయ్యక్కర్లేదు. వూరికే ఒక సారి మీ చుట్టూతా చూడండి. మన యిళ్లల్లో ఎలక్ట్రిక్ ఇస్త్రీపెట్టెలు, వాక్యూమ్ క్లీనర్లు, టెలివిజన్ సెట్లు, రేడియోలు, ఎలక్ట్రిక్ రేజర్లు, ఎలక్ట్రిక్ లైట్లు, ఎలెవేటర్లు వున్నాయి. వీధుల్లో ట్రామ్ బళ్లూ, ట్రాలీలూ వున్నాయి. పట్టాలమీద ఎలక్ట్రిక్ రైళ్ల శివారుల్లో ప్రయాణం చేస్తున్నాయి. కింద మెట్రో. విద్యుచ్ఛక్తి అంటే ఫాక్టరీల్లో కోట్లాది యింజన్లు పని చేస్తూ వుండడం అన్నమాట. విద్యుత్ కంప్యూటర్లు యింకా యింకా అలాంటివి పని చేస్తున్నాయన్న మాట. హఠాత్తుగా విద్యుచ్ఛక్తి మాయమైపోతే మన జీవితాలు యెంత యిక్కట్లు పడిపోతాయో చెప్పలేం.

తక్షణం ఉపయోగించగలిగే విద్యుచ్ఛక్తి ప్రకృతిలో దొరకదు. యెప్పుడు ఒక మెరుపు మెరుస్తుంది, ఉరుము గర్జిస్తుంది, అంతే, అయిపోయినట్టే. విద్యుచ్ఛక్తిని బొగ్గు, వాయువు, లేదా జల శక్తి లాగా ప్రకృతి వనరులనుంచి ''తయారుగా'' వున్నట్టు పొందలేం. విద్యుచ్ఛక్తి మనిషి తెలివివల్ల వచ్చింది.

పూర్వం యెప్పుడో ప్రొఫెసర్ లుయీజి గల్వాని తన యింటి దగ్గర విద్యార్థులకి లెక్చరు యిస్తున్నాడు. ఆయన భార్య వంట చేస్తూ కప్పలని ఉక్కు చాకుతో తోలు వలుస్తోంది పొయ్యి దగ్గర. తర్వాత వాటిని ఒక తగరం ప్లేట్లో పెడుతోంది. తన భర్త చెప్పేది వింటూ ఆవిడ చాకుని జారవిడిచింది. చర్మం ఒలిచిన కప్ప కాలిమీద అది పడింది. ఓ అంచు ప్లేటుని తాకుతోంది. ఆ కప్ప కాలు గెంతింది, యెంత ఉధృతంగానంటే ప్లేటులోనుంచి బయటికి

ఉరికేద్దామా అన్నట్టు. యేం జరిగిందో గల్వానీ భార్య ఆయనకి చెప్పింది. ఆయన కప్ప కాలితోటి యీ ప్రయోగాన్ని కొన్ని సార్లు మళ్లీ మళ్లీ చేసి, తను ''జంతు విద్యుచ్ఛక్తి''ని కనిపెట్టినట్టు తీర్మానించుకున్నాడు. ఆయన సిద్ధాంతం ప్రకారం యీ విద్యుచ్ఛక్తి సజీవమైన వాటిలో వుంటుంది, కండరాల పనినీ, మెదడు పనినీ నడిపిస్తుంది.

కాని యీ చిక్కు సమస్యకి అసలు జవాబుని ప్రఖ్యాత భౌతికశాస్త్రవేత్త అలెక్సాండ్రో వోల్టా కనిపెట్టాడు. ఆయన ''జంతు విద్యుచ్ఛక్తి''ని విశ్వసించలేదు. గల్వాని ప్రయోగం లోని కప్పని యేదో సందర్భవశాత్తూ జరిగిందానిగా పరిగణించాడు. విద్యుత్తరంగం రెండు భిన్న లోహాల మధ్య సంబంధంగా, ఉక్కు, తగరాల మధ్య సంబంధంగా వోల్టా పరిగణించాడు. కాలు వూరికే వాహకం అంతే, మామూలు రాగితీగలాగా. తొమ్మిదేళ్ల తర్వాత ఆయన దాన్ని రుజువు చేశాడు. ఆయన రాగి, జింకు ఫలకాలతో ''వోల్టా స్తంభం''ని నిర్మించాడు, గల్వాని గౌరవార్థం ఆయన దాన్ని గాల్వానిక్ విద్యుత్ ఘటం అని పిలిచాడు.

యీ విద్యుత్ ఘటాలు విద్యుత్ రహస్యాల్ని అధ్యయనం చెయ్యడానికి చాలా యేళ్లు శాస్త్రజ్ఞులకి సహకరించాయి. అవి మొదటి విద్యుదయస్కాంతాలకి విద్యుత్ తరంగాన్ని యిచ్చాయి. రష్యన్ ఫిజిసిస్టు వి. పెత్రోవ్ వాటి నుంచి దీపపు తొలి విద్యుదాధారాన్ని — వోల్టా ఆర్కుని — వెలిగించాడు.

కాని వోల్టా విద్యుత్ ఘటాలు చాలా దుర్బలమైనవి. తగినంత విద్యుచ్ఛక్తిని యివ్వడానికి యెత్తైన, యిబ్బందికరమైన గోపురాల్ని కట్టాలి. అందుకనే వాటిని ''స్తంభాలు'' అని పిలిచారు.

19వ శతాబ్దపు మొదట్లో లండన్‌లో ఓ పుస్తకాల బైండింగ్ షాపు యజమాని తన దగ్గర పని చెయ్యడానికి ఓ పద్నాలుగేళ్ల కుర్రాడిని తీసుకున్నాడు. ఆ కుర్రాడు ఓ బీద కమ్మరతని కొడుకు. ప్రైమరీ పాఠశాల కూడా పూర్తిచెయ్యలేదు. కాని అతనికి కుతూహలం వుంది, చదవడం అంటే యిష్టం వుంది. ఆ కుర్రవాడి పేరు మైఖేల్ ఫారడే. ఒక రోజున ఎన్‌సైక్లోపీడియా బ్రిటానికా వాల్యూమ్‌ని బైండ్ చేస్తూ వుంటే విద్యుచ్ఛక్తిమీద వ్యాసం చదివాడు. దాని అద్భుత లక్షణాలు అతణ్ణి చకితుణ్ణి చేశాయి. అనేక యినప ముక్కలతోటీ, తీగ ముక్కలతోటీ విద్యుత్ పరికరాల్ని తయారు చెయ్యడం మొదలెట్టాడు. వాటితోటి ప్రయోగాలు చెయ్యడం మొదలెట్టాడు.

విద్యుత్తరంగంతో వున్న వాహకం చుట్టూతా సర్వదా ఒక అయస్కాంత క్షేత్రం పెరుగుతుందని ఫారడే కనిపెట్టాడు. లోహపు రజను చుట్టలు గుర్తున్నాయా మీకు? సరే, అదే యిది. ''విద్యుచ్ఛక్తి అయస్కాంతంగా పరివర్తన చెందింది'' అని అప్పట్లో సైన్సు పత్రికలు రాశాయి.

విద్యుచ్ఛక్తిని అయస్కాంతంగా మార్చగలిగితే, అయస్కాంతాన్ని విద్యుచ్ఛక్తిగా యెందుకు మార్చలేమని ఫారడే అనుకున్నాడు. నిరంతరంగా అది తనకి గుర్తుండడం కోసమని రెండు అయస్కాంతం ముక్కల్ని తన ఫ్రాక్ కోటులో వుంచుకునేవాడు. ఫారడే వందలాది ప్రయోగాలు చేశాడు, డజన్ల కొద్దీ పరికరాల్ని తయారు చేశాడు. ఆఖరికి, తొమ్మిదేళ్ల ప్రయోగాల తర్వాత 1831లో ఒక సైన్సు పత్రికలో ఒక రేఖాచిత్రం ప్రచురితమైంది. అందులో రెండు అయస్కాంతాల మధ్య ఒక పల్చని రాగి ఫలకం వుంది. వారనే ఒక అయస్కాంతపు సూది వుంది. ఆ ఫలకం తిరిగినప్పుడు యీ అయస్కాంత సూది కూడా తిరిగేది. ఫలకం ఆగినప్పుడు సూది దాని మొదటి స్థానానికి వచ్చేది. ఆ ఫలకం తిరిగినప్పుడు అయస్కాంతాలు అందులో విద్యుత్‌ని పుట్టించాయని ఫారడే వివరించాడు. విద్యుచ్ఛక్తి ''అయస్కాంతత్వాన్ని'' చేస్తుంది, సూది తిరిగింది. దయచేసి గమనించండి: ''ఫలకం తిరిగినప్పుడు.'' అక్కడ భ్రమణం గనక లేకపోతే విద్యుత్ లేదు. మనం యిప్పుడు దీన్ని గురించి యిలా మాట్లాడు కుంటాం: చలనంలోని యాంత్రిక శక్తి విద్యుచ్ఛక్తిగా మారుతుంది.

ఫారడే పరికరాన్ని ఎలక్ట్రో-మెకానికల్ జెనరేటర్ అని పిలిచారు. అంటే యాంత్రిక శక్తినుంచి విద్యుచ్ఛక్తిని ''తయారు చేసే'' పరికరం అని అర్థం. అసలు జెనరేటర్‌ని ముప్పై యేళ్ల తర్వాత నిర్మించారనుకోండి. కాని ఫారడే ప్రయోగాలు ఆధునిక విద్యుత్ శక్తి శాస్త్రానికి మార్గం వేశాయనుకోండి. యివాళ దాదాపు మొత్తం విద్యుచ్ఛక్తి అంతా ఎలక్ట్రో-మెకానికల్ జెనరేటర్లతోటే ఉత్పత్తి అవుతోంది. వాటికి భిన్నమైన పేర్లున్నాయి. ఆవిరి టర్బయిన్‌తోటి జెనరేటర్ తిరిగినట్లయితే దాన్ని టర్బో జెనరేటర్ అంటారు. నీళ్లతో తిరిగినట్లయితే దాన్ని హైడ్రో జెనరేటర్ అంటారు. కాని దీనివల్ల యంత్రం స్వభావం మారిపోదు. ఫారడే యంత్రంలో వున్నట్టుగా ఆధునిక జెనరేటర్లకి రాగి ఫలకం వుండదు లెండి. కాని అయస్కాంత క్షేత్రంలో తిరిగే రాగి తీగల్లో విద్యుత్ ఉత్పత్తి అవుతూనే వుంది.

1838లో ఫారడే ఆవిష్కరణ తర్వాత కొన్నేళ్లకి, రష్యన్ శాస్త్రజ్ఞుడు బి. యస్. యాకోబి మొదటి ఎలక్ట్రికల్ యింజన్‌ని కనిపెట్టాడు. ఎలక్ట్రికల్ యింజన్ ప్రతి దాన్నీ విపర్యయంగా చేసేది. అది విద్యుత్ శక్తిని చలనంగా మార్చేది. యాకోబి దాన్ని ఒక బోటుకి అమర్చాడు. దాన్ని ''యకోబి విద్యుత్ బోటు'' అనేవాళ్లు. దాన్ని నేవా నది మీద పరీక్షించాడు. ఆ రోజున పత్రికలు యిలా రాశాయి: ''12 మంది ప్రయాణీకులతోటి ఎలక్ట్రో-మెకానికల్ శక్తి చోదనవల్ల ఆ బోటు ....కొన్ని గంటల సేపు గట్టి యెదురు గాలిలో, వడికి యెదురు ప్రయాణం చేసింది...''

యీ రెండు ఆవిష్కరణలని విద్యుచ్ఛక్తి యుగారంభంగా పరిగణించవచ్చు.

కొత్తదైన ప్రతి దానికి లాగానే విద్యుచ్ఛక్తికి తక్షణం గుర్తింపు రాలేదు. ''రష్యన్

దీపం'' – యాబ్‌లొచ్‌కొవ్ వీధి దీపాలు – 1876లో పారిస్ వీధుల్లో వెలిగినప్పుడే అది ప్రజల విశ్వాసాన్ని చూరగొంది.

విద్యుచ్ఛక్తి అంటే యేమిటి? విద్యుత్తరంగం అంటే ఎలక్ట్రాన్ల ప్రవాహం అని పాఠ్య గ్రంథాల్లో రాసి వుంటుంది. అణువు యెలా నిర్మితమైందో మీకు గుర్తుంది కదా? కేంద్రకం వుంటుంది, దాని చుట్టూతా ఎలక్ట్రాన్లు దానికి కట్టుబడిపోయినట్టు సుళ్లు తిరుగుతూ వుంటాయి. యేమైనా అన్ని ఎలక్ట్రాన్లూ అదే రీతిలో కేంద్రకానికి ''కట్టుబడి'' వుండవు. కొన్ని గట్టిగా కట్టుబడి వుంటాయి, కొన్ని కాదు. దుర్బలంగా కట్టుబడినవి విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేస్తాయి. అవి తమ అణువుని సులభంగా వదిలిపెట్టి ''సంచారులు'' అయిపోతాయి. లోహాల్లో ముఖ్యంగా మనకి అనేకం స్వేచ్ఛాయుత ఎలక్ట్రాన్లు కనిపిస్తాయి, అవి అక్కడ స్వేచ్ఛగా తిరుగుతూ వుంటాయి. అవి యితర అణువులతో కలుస్తాయి, తర్వాత తమ సంచార పథంమీద పోతాయి. కాని యీ చిత్తం వచ్చినట్టు తిరగడం యింకా విద్యుచ్ఛక్తి కాదు. స్వేచ్ఛగా వుండే ఎలక్ట్రాన్లన్నీ ఒకే దారి వున్న వీధిలోని కార్లలాగా ఒకే దిశలో పో మొదలెట్టినప్పుడే విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి అవుతుంది. ఆ కార్లనేమో మనుషులు నడుపుతారు. మరి ఎలక్ట్రాన్లని ఎలక్ట్రో-మెకానికల్ జెనరేటర్‌లోని తీగల్లో అయస్కాంతాలు నడుపుతాయి. అవి అన్ని ఎలక్ట్రాన్లూ ఒకే దిశలో పోయేట్టు చేస్తాయి.

విద్యుచ్ఛక్తి ప్రజల జీవితాల్లో అసలైన విప్లవాన్ని తెచ్చింది.

ఫాక్టరీలలో ఆవిరి యంత్రాలు అనవసరం అయాయి. వాటి స్థానంలో ఎలక్ట్రిక్ యింజన్లని పెట్టారు. విద్యుత్ తీగ ఒకటి శక్తిని యిస్తుంది, ఎలక్ట్రిక్ యింజన్ దాన్ని చలనంలో పెడుతుంది. రవాణా మార్గంలో యిది పెట్రోల్ యింజన్‌తో పోటీ పడక పోవచ్చు నిజమే. మరి, ఓ విమానం గాని, కారు గాని విద్యుత్తీగని కూడా మోసుకుపోలేవు కదా. అయినా ప్రజా రవాణాకి ఓ మార్గం కనిపెట్టారు. విద్యుత్తీగల్ని రైలు మార్గం పైన, వీధుల్లోనూ వేశారు. ట్రెయిన్ల పైన, ట్రామ్‌ల పైన, ట్రాలీల పైన విద్యుత్ ప్రవాహ సంగ్రహకాలని పెట్టారు. విద్యుత్ జెనరేటర్లనుంచి ప్రవాహం తీగల్లోకి పోగానే విద్యుత్ ప్రవాహ సంగ్రహకం (ఆర్క్) కూడా తీగలతోబాటుగా జారుతుంది – యింజన్ చక్రాల్ని తిప్పుతుంది.

మన నిత్యజీవితాలని విద్యుచ్ఛక్తి యెలా మార్చిందో చెప్పాల్సిన అవసరం వుందా? ఎలక్ట్రిక్ దీపం లేకుండా మనం బతగ్గలమా? టెలివిజన్ సెట్టు లేకుండా, వాషింగ్ మెషీన్ లేకుండా, నేల తుడిచే యంత్రం లేకుండా, లిఫ్టు, టెలిఫోన్ లేకుండా బతగ్గలమా? యివి లేకుండా జరుపుకోవచ్చునేమో గాని బతుకు కష్ట భూయిష్టంగా, భారంగా వుంటుంది. యిక సినిమాకంటూ వెళ్లలేం, రేడియో పాట వినలేం.

అతి ముఖ్యమైంది సినిమాలు కాదనుకోండి. కాని మన ఫాక్టరీలకి ప్రధాన శక్తి రూపం విద్యుచ్ఛక్తే.

విద్యుచ్ఛక్తిని పొందడానికి జనం మూడు ''పద్ధతుల్ని'' వాడతారు.

అతి ముఖ్యమైన పద్ధతి ఇంధనంమీద ఆధారపడింది. రెండవ పద్ధతి జల విద్యుత్ కేంద్రాల దగ్గర అమలులో వున్నటువంటిది. అణు విద్యుత్ కేంద్రాలది తృతీయ స్థానం.

యిక యెప్పటికీ పరిస్థితులు యిలాగే వుంటాయని కాదు. ఓ యిరవై ముప్పై యేళ్లల్లో పరిస్థితి మారిపోతుంది. అణు విద్యుత్ కేంద్రాలు మన విద్యుచ్ఛక్తిలో సగం ఉత్పత్తి చేస్తాయి. యివాళే అంతంత మాత్రంగా సరఫరా అవుతున్న ఇంధనాన్ని జనం పొదుపు చేసుకుంటారు. తర్వాత థర్మల్ విద్యుత్ కేంద్రాలు అరుదైపోతాయి, యివాళ ఆవిరి రైళ్లల్లాగా.

విద్యుచ్ఛక్తి విద్యుత్ కేంద్రాలనుంచి ఒక నదిలాగా ప్రవహిస్తుంది. నది లాగానే దానికీ మార్గం వుంది — విద్యుత్తీగా, మూలం వుంది — విద్యుత్ జెనరేటర్. నదికి లాగానే విద్యుచ్ఛక్తికి శక్తి పూరకం వుంటుంది. అన్ని రకాల యంత్రాలనీ పని చేసేట్టు చేస్తుంది: మిల్లులు, విద్యుత్ సమ్మెట్లు, ఫాక్టరీ యంత్రాలు... మామూలు నది అనేక వేల వంకలూ, వాగులూ సెల యేళ్లూ కలిసి యేర్పడుతుంది. తద్భిన్నంగా విద్యుత్ ప్రవాహం నదులుగా, పాయలుగా, సెల యేళ్లుగా చీలిపోతుంది. మొట్టమొదట్లో బలమైన, పూర్తి ప్రవాహం విద్యుత్ కేంద్రంనుంచి వచ్చి విద్యుత్ ట్రాన్స్మిటర్ల తీగలమీదకి పోతుంది. యీ మార్గాల్ని మీరు పట్టణం శివారుల్లో, అడవుల్లో, పొలాల్లో ఎత్తైన స్తంభాలపైన చూసే వుంటారు. తర్వాత దాన్ని సబ్స్టేషన్లలో విభజించడం జరుగుతుంది. అందులో కొంత భాగం నగరానికి పోతుంది, మిగిలింది గ్రామాలకి పోతుంది, చిన్న పట్టణాలకి పోతుంది. నగరంలోని విద్యుచ్ఛక్తి మళ్లీ పేటల వారీగా విభాగం అవుతుంది. అది మళ్లీ ఫాక్టరీలకీ, వీధులకీ విభాగం అవుతుంది. ఆ రకంగా అతి చిన్న టేబిల్ లాంప్, టెలివిజన్ సెట్, లేదా ఫాక్టరీ యంత్రపు యింజన్‌కి విభజితం అవుతుంది. ప్రయాణం ఆఖర్న విద్యుచ్ఛక్తి దీపంగా, సినిమా తెరమీద బొమ్మగా, ఓ రంపం కదలికగా, కట్టర్‌గా, ఎలక్ట్రిక్ హీటర్‌లో వేడిగా, లేకపోతే కరిగించే కొలిమిలో వేడిగా మారుతుంది.

విద్యుచ్ఛక్తి మన జీవితాన్ని యెంతగానో మెరుగు పరుస్తుంది. అయినా దీనికి ప్రతికూల పార్శ్వాలూ వున్నాయి. మొదటగా దీన్ని పొందే పద్ధతులు అసౌకర్యంగా వున్నాయి: యీ ''గొలుసు''లు మరీ దీర్ఘం, ముఖ్యంగా విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేసే థర్మల్ పద్ధతిలో.

విద్యుత్ కావడానికి ముందు శక్తి తన రూపాన్ని చాలా చాలా సార్లు మార్చుకుంటుంది. మొదటగా ఇంధనం మండుతుంది. వేడి వస్తుంది. అప్పుడు ఆవిరి కోసం నీటిని ఆవిరి పాత్రల్లో మరగబెట్టడం జరుగుతుంది. ఆవిరి ఒత్తిడిని చలనంగా మార్చడం జరుగుతుంది.

ఆ తర్వాతనే మనకి విద్యుచ్ఛక్తి వస్తుంది. యీ ''గొలుసు'' వంద యేళ్ల నాడు యెలా వుందో యివాళా సరిగ్గా అలానే వుంది. యీ దారిలో బోలెడు విద్యుచ్ఛక్తి నష్టం అయిపోతోంది. యిది మానవాళికీ, ప్రకృతికీ కూడా వృథా పోయే క్రమమే. ఇంధనంలో రెండు టన్నులకీ ఒక టన్ను విద్యుదుత్పాదన క్రమంలో నష్టమవుతోంది వూరికే గాలిని వేడిచెయ్యడానికి. థర్మల్ యంత్రాల్ని మెరుగు పరచలేం. అంచేత, యీ యంత్రాల్ని ''గొలుసు''నుంచి తప్పిం చెయ్యాలని శాస్త్రజ్ఞులు, యింజనీర్లు నిర్ణయించారు. వేడిని నేరుగా విద్యుత్ కింద మార్చె య్యాలి. అందుకని నూతన యంత్రాల్ని నిర్మించడం జరిగింది – అయస్కాంత హైడ్రో డైనమిక్ జెనరేటర్లు. ''హైడ్రో'' అంటే ''జలం.'' కాని నిజానికి వాటిల్లో నీరు యేమీ లేదు. ఉన్నదల్లా తెల్లగా మండే వాయువు మాత్రమే – ప్లాస్మా. విద్యుత్‌పరంగా పూరకం చేసిన సూక్ష్మ కణాలు సమూహంతోటి అది తయారు అయిందని మనకి తెలుసు. ఆ వాయు వుని అయస్కాంతం గుండా పంపిస్తారు. యిది కణాల్ని విడివిడిగా వుంచుతుంది. పోజిటివ్ (+) కణాలు ఒక వేపు పోతాయి, నెగెటివ్ (—) యింకో వేపు పోతాయి. యీ కణాల్ని రెండు పలకాలమీదకి పోగు చేస్తారు. యీ ఫలకాలని తీగతో కలిపితే విద్యుత్ ప్రవాహం దాని గుండా పోతుంది. యిక ఆ తర్వాత ప్రతీదీ యధారీతిగానే వుంటుంది. కాని ఆచరణలో విషయాలు మరింత సంక్లిష్టంగా తయారయాయి. బ్రహ్మాండమైన వాయు రాశుల్ని ప్లాస్మాగా తయారు చెయ్యడం కష్టం. యెంతో ఉష్ణోగ్రత, బోలెడు ఇంధనం కావాలి. యీ స్థాయి తీవ్రమైన వేడికి యంత్ర భాగాలు పాడైపోవచ్చు. యింకా యితర చిక్కులూ చాలా వున్నాయి. అందుకనే యింకా యిలాంటి కేంద్రాలు చాలా తక్కువ వున్నాయి.

విద్యుచ్ఛక్తికి సంబంధించిన రెండవ సమస్య సరఫరా సమస్య. విద్యుత్ ప్రవాహం ప్రవ హించే ముఖ్య ''నదులు'' యివాళ విద్యుత్ వాహక తీగలు. వాటిల్లో బోలెడు శక్తి నష్టం అయిపోతోంది. బోలెడు చోటు ఆక్రమిస్తాయి అవి. ఖర్చు. నగరంలోని యిరుకు వీధిలాగా, యే ఒక్క సమయంలోనేనా పరిమిత ''రవాణా''ని మాత్రమే అవి పంపగలవు. మనకి యితోధిక పరిమాణంలో శక్తి కావాలి. దానికి మరింతగా సరఫరా మార్గాలని వెయ్యాల్సి వస్తుంది.

యిప్పుడు యింజనీర్లు కొత్త పద్ధతిని ప్రతిపాదిస్తున్నారు: ''ఘనీభవింప''చేసిన శక్తిని సరఫరా చెయ్యడం. కొన్ని పదార్థాలు వాటిని గనక బాగా ఘనీభవింపచేస్తే నష్టం లేకుండా శక్తిని సరఫరా చేస్తాయి. సన్నని ఘనీకృత తీగ ఒక దుంగంత మందం వున్న కేబిల్ చేసినంత శక్తిని సరఫరా చేస్తుంది. అంటే భవిష్యత్తులో బ్రహ్మాండమైన తీగల అల్లిక అవసరం వుండ దన్న మాట. ఖరీదైన రాగిని మిగుల్చుకోవచ్చు. వాడకందారుకి మరింత విద్యుచ్ఛక్తి లభి స్తుంది. ట్రాన్స్‌మిషన్ లైన్ల పక్క పెద్ద జాగాల్ని పంటల కోసం వదిలెయ్యడం జరుగు తుంది.

78

తీగల్ని ద్రవ రూప వాయు హీలియంతోటి ఘనీభవింప చేస్తారు. యీ తీగని ఒక లోహపు గొట్టంలోకి లాగుతారు. అందులోకి హీలియంని పంపుతారు. మన ప్రస్తుత విద్యుత్ ఆకాశ ''నదుల'' స్థానంలో త్వరలోనే భూగర్భ ''నదులు'' వచ్చే నిజమైన అవకాశం వున్నటు వంటిది యిది.

* * *

మన పుస్తకం ముగిసింది. ప్రతిదాన్ని గురించీ మేము చెప్పలేకపోయామనీ, అలా చెప్పాలని మేము అనుకోలేదనీ ఒప్పుకుంటున్నాం. మన పుస్తకం చాలా పరిమితం. సీరియస్ శాస్త్ర విజ్ఞాన రచనలు మరింత వివరంగా యీ సంక్లిష్ట విషయాలని చర్చిస్తాయి.

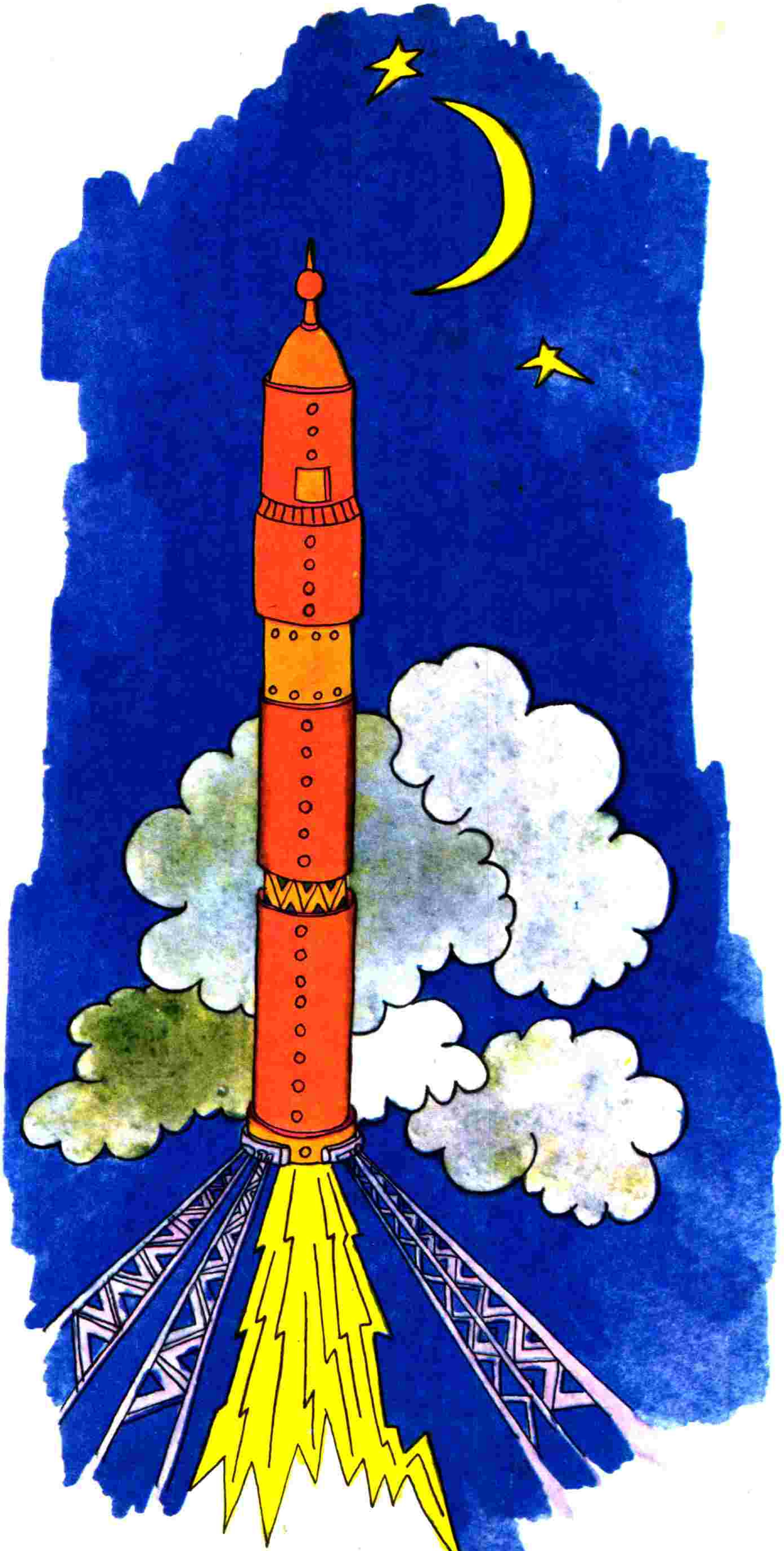
మానవాళికి అతి ముఖ్యం అయిన ప్రపంచాన్ని సంక్షిప్తంగా పాఠకులకి పరిచయం చేసేందుకు ఉద్దేశించినటువంటిది మా పుస్తకం. అది శక్తిశాస్త్ర ప్రపంచం.

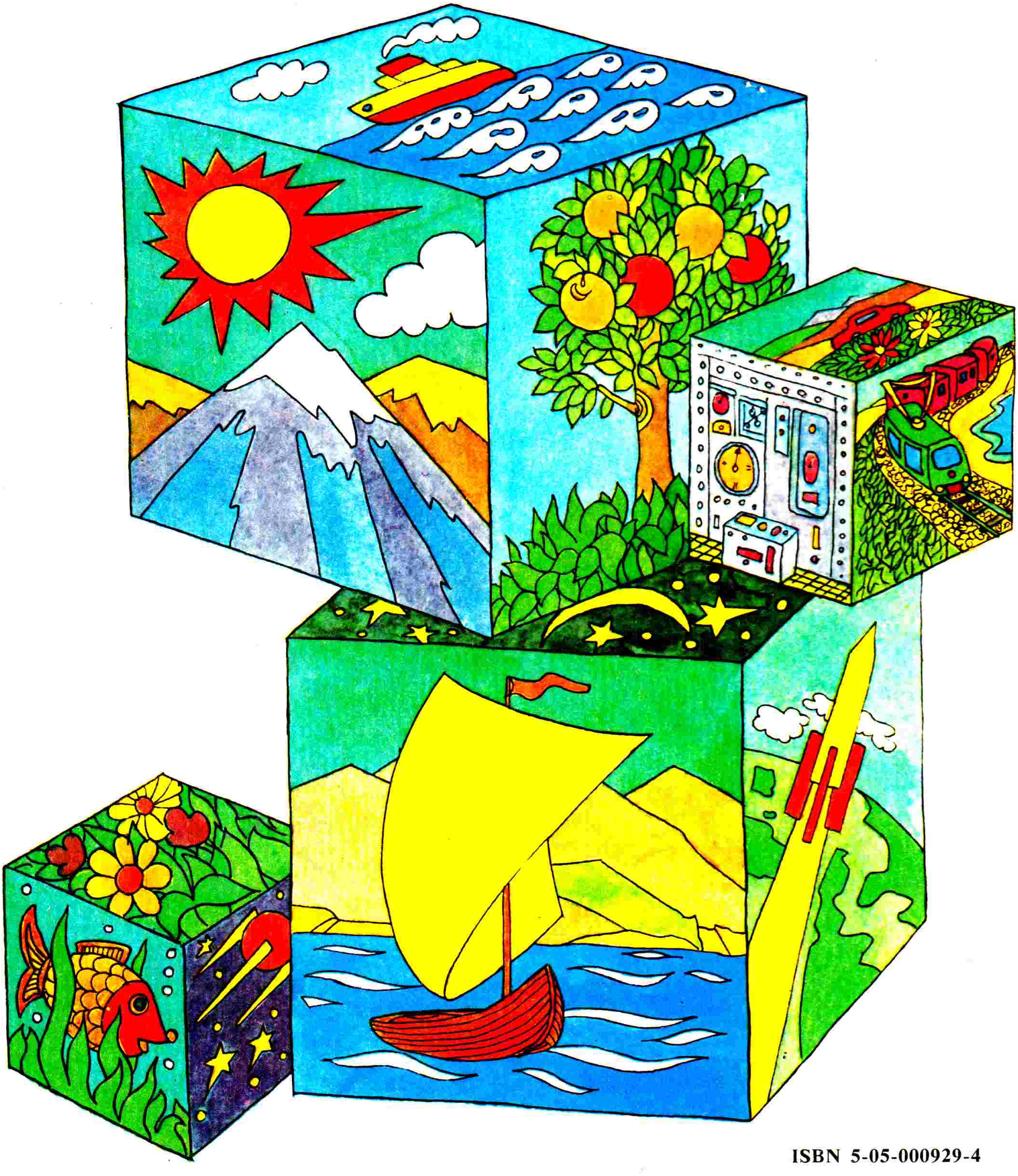
పాఠకులకు మనవి

ఈ పుస్తకం గురించీ, దీని అనువాదం గురించీ మీ అభిప్రాయాల్ని "రాదుగ" ప్రచురణాలయానికి దయచేసి తెలుపండి.

మా అభిప్రాయాలను ఈకింది చిరునామాకు పంపండి:

Raduga Publishers
17, Zubovsky Boulevard
Moscow, USSR





ISBN 5-05-000929-4